DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 2. März 1923. Heft 9.

Ist die moderne Pathologie noch Zellularpathologie?

Von W. Hueck, Leipzig.

Das Heft dieser Zeitschrift (Nr. 41), das im Oktober 1921 der Erinnerung an den verstorbenen Meister der pathologischen Anatomie, *Rudolf Virchow*, geweiht war und zugleich einen Geburtstagsgruß dem lebenden Führer dieses Faches, *Felix Marchand*, darbringen sollte, trug den Titel „Die Pathologie als biologische Wissenschaft". Mit Recht glaubten die Herausgeber durch diese kurze Formel das Unsterbliche des Lebenswerkes der beiden Forscher aufzeigen zu können. Denn solange die Erforschung der Krankheiten in naturwissenschaftlichem Geiste vorgenommen werden wird, können ihre Ergebnisse seit *Virchow* nicht gut anders als ein Teil der allgemeinen Biologie bezeichnet werden. *Virchow* hat uns gelehrt, daß Krankheit nur „Leben unter abnormen Bedingungen" ist, d. h. die normalen und die krankhaften Lebensvorgänge unterscheiden sich nicht etwa dadurch, daß bei letzteren etwas ganz Neues, Fremdartiges von außen oder innen her den krank zu machenden Organismus befällt, sondern die normalen Lebensvorgänge werden dadurch zu krankhaften, daß sie am ungehörigen Ort, zu ungehöriger Zeit oder in unrichtigem Maße — und dadurch mit dem Charakter der Gefahr für den Fortbestand des Lebens — sich abspielen. Krankes Leben ist also *nicht wesenverschieden* vom gesunden.

Wenn es *Virchows* wissenschaftliche Großtat war, diesem Gedanken zum unbestrittenen Siege verholfen zu haben, so war das Instrument, die Methode, deren er sich vor allem bediente, die mikroskopische Forschung.

Seit *Morgagni* wird „der anatomische Gedanke" aus der Medizin nicht mehr verschwinden. Was durch ihn *Virchows* Arbeit so ungemein erfolgreich gestaltete, war die Tatsache, daß die optische und färberische Technik seiner Zeit *Virchow* in glücklichster Weise die Mittel an die Hand gab, bis zu den kleinsten mikroskopischen Bausteinen des Lebendigen, den Zellen, zu gelangen. (Diese Darstellung, die den bedeutenden Mann nur als Mittelpunkt günstiger, technischer Zeitumstände zu schildern scheint, ist weit entfernt, seine Verdienste zu verkleinern. Dies soll Mißverständnissen gegenüber ausdrücklich betont werden.) Jedem Gebildeten ist es geläufig, *Virchows* Lehre in das Schlagwort „Zellularpathologie" zusammenzufassen. In 20 Vorlesungen, die er unter diesem Titel im Frühjahr 1858 in Berlin in einem Kreise von praktischen Ärzten hielt, legte er diesen dar, wie die Zellulartheorie des lebendigen Organismus auch die Grundlage aller Krankheitserkenntnis bilde: Unser Organismus setzt sich zusammen aus Zellen und festen oder flüssigen, zwischen diesen Zellen gelegenen Substanzen. Lebendig sind nur die Zellen. Wo zwischen ihnen noch andere, sogen. Zwischensubstanzen liegen, kann man diese aufteilen in „Zellterritorien", d. h. man kann bestimmte Teile dieser Zwischensubstanz jeweils einer Zelle als Lebensmittelpunkt zuweisen. Wirkliches selbständiges Leben kommt nur den Zellen zu, sie sind also die letzten Bausteine des Organismus. Dieser ist ein Zellenstaat, eine Summe von Lebenseinheiten, „eine Einrichtung sozialer Art, wo eine Masse von einzelnen Existenzen aufeinander angewiesen ist, aber so, daß jedes Element für sich eine besondere Tätigkeit hat, und daß jedes, wenn es auch zur Anregung zu seiner Tätigkeit von anderen Teilen her empfängt, doch die eigentliche Leistung von sich ausgehen läßt". Ist die Zelle Trägerin des Lebens, so ist sie auch Trägerin der Krankheit. In der Zellerkrankung liegt das Wesen der Krankheit: Alle Pathologie ist Zellularpathologie.

Stützten sich diese Gedankengänge auch vielfach auf das Resultat der Untersuchungen anderer, mit der mikroskopischen Methodik arbeitender Forscher zu *Virchows* Zeit, so war doch sein eigener Anteil an der Aufklärung des zellularen Aufbaues des Organismus nicht gering: Er zeigte, daß auch die Binde- und Stützsubstanzen (leimgebendes Bindegewebe, Knorpel, Knochen usw.) Zellen enthalten, und daß vor allem die Zellen nicht in einer formlosen Flüssigkeit erzeugt werden (Urzeugung), sondern in unendlicher Generationsfolge stets nur von Zellen abstammen (omnis cellula e cellula).

Aber dadurch, daß er die Bedeutung der Zelle für das krankhafte Geschehen dem ärztlichen Denken seiner Zeit einprägen konnte, hat er wesentlich dazu beigetragen, die Zellenlehre zur Herrschaft in der Biologie zu bringen. Und vor allem: Er faßte die gesamte Pathologie zu einem einheitlichen System zusammen. Gegründet auf klare, von jedem Arzt nachprüfbare, naturwissenschaftliche Methodik, war dieses System beschlossen in der Zellenlehre.

Die Frage, ob alle Krankheitserkenntnis auch heute noch in der Zellularpathologie beschlossen liegt, läßt sich daher nur durch die Vorfrage beantworten, *ob auch in der modernen Biologie die Zellulartheorie allen Beobachtungen Genüge leistet.* Wenn wir diese Vorfrage verneinen und feststellen, daß in der Biologie unserer Tage Strö-

mungen zu erkennen sind, die auch von der Pathologie naturgemäß eine andere Einstellung fordern, so bedeutet das gewiß keine schulmeisterliche Herabsetzung der Leistung eines *Virchow*. Wer dessen Arbeiten liest, wird sofort merken, wie wenig sich der Reichtum seiner Gedanken im Grunde genommen durch das System der Zellularpathologie erschöpfen läßt. Hier mußte *Virchow*, wie jeder Förderer neuer Ideen, einseitiger und enger erscheinen, als er tatsächlich dachte, und noch viel mehr war dieses zunächst das Schicksal seiner Jünger, die seine Theorie ausbauen halfen. Aber es finden sich bei *Virchow* sehr wohl auch die Gedanken, die heute wieder mehr zur Geltung kommen[1]), nur daß sie für ihn nicht so im Vordergrunde des Lehrgebäudes standen.

Die Anschauungen in der modernen Biologie, die mit der alleinigen Geltung der Zelltheorie nicht mehr vereinbar erscheinen, sind kurz zusammengefaßt etwa die nachfolgenden.

Die Zelltheorie besagt: Der Organismus entwickelt sich aus *einer* befruchteten Eizelle, die sich zunächst in mehrere abgegrenzte, gleichwertige Teilprodukte zerlegt (Furchungskugeln), aus deren weiterer Aufteilung und spezifischer Ausgestaltung dann die übrigen Zellen hervorgehen. Die zwischen den Zellen gelegenen Substanzen, wie Fasern, Membranen usw., sind entweder Abscheidungsprodukte der Zellen oder bilden sich doch wenigstens unter dem Einfluß der Zellen in der zwischen ihnen gelegenen „Grundsubstanz".

Definieren wir aber die Zelle sprachlich sinngemäß als eine nach außen scharf begrenzte, bestimmte Menge von kernhaltigem Protoplasma, so läßt sich zunächst zeigen, daß in diesem Sinne der fertige Organismus nur zu einem sehr kleinen Teil aus Zellen besteht, denn es ist klar, daß nur die frei in der Blut-, Lymph- oder Gewebsflüssigkeit suspendierten Elemente oder die in den Gewebsspalten sich fortbewegenden Gebilde diesen Namen verdienen. Aber alle jene „Zellen", die die Deck- und Hüllschichten des Körpers, die drüsigen Organe aufbauen, liegen nicht mosaikartig, wie scharf abgrenzbare Bausteinchen nebeneinander, sondern sind durch feine Protoplasmafortsätze (sog. Interzellularbrücken) miteinander verbunden. Auch in den Bindesubstanzen läßt sich ein unmittelbarer Zusammenhang der „Zellen" — sei es protoplasmatisch untereinander, sei es mit der zwischenzelligen Grundsubstanz — nachweisen. Die Tatsache der Protoplasmaanastomosen mancher Bindegewebszellen war schon von den ersten Untersuchern, vor allem von *Virchow* selbst, richtig beobachtet und abgebildet worden; von *Virchow* wird auch die Möglichkeit eines Zusammenhangs von Epithel- und Bindegewebszellen für die Darmschleimhaut erörtert, allerdings sollte dieser durch „feinste Kanäle" vermittelt werden. (Diese werden später als „Saftspaltensystem" diskutiert.) Man sieht jedenfalls, daß nicht alle Beobachtungen neu sind, auf die man sich in diesen Fragen zu berufen hat, aber man ist zu einer anderen Art der Betrachtungsweise gelangt, zu einer neuen „Theorie". Dies zugegeben, wird man auch für die alte Zellenlehre zu betonen haben, daß sie letzten Endes eine „Theorie" und nicht, wie viele meinen, eine beobachtete Tatsache ist.

Zwar läßt sich zeigen, daß jeder Organismus seinen Ursprung aus einer einzigen Zelle nimmt, und zwar dadurch, daß sich die eine befruchtete Eizelle in eine große Zahl von Zellen zerlegt — aber diese Teilprodukte sind ganz und gar keine gleichwertigen Bausteine. Ja, es hat sich sogar zeigen lassen, daß in einzelnen Fällen schon die ersten Teilprodukte der befruchteten Eizelle untereinander durch Protoplasmafäden verknüpfte Gebilde waren, oder daß die ersten Furchungskugeln gar keine scharf abgrenzbaren „Kugeln" zu sein brauchten, sondern nur kernhaltige Protoplasmamassen, und doch die Entwicklung weiterging. Im Laufe dieser Entwicklung entstehen gewiß auch „Zellen" im strengen Wortsinn, aber bezeichnenderweise erst dadurch, daß sich diese Gebilde aus dem Zusammenhang mit dem übrigen Organismus lösen; das weit überwiegende Material bleibt im organischen, d. h. protoplasmatischen oder sonstigen Zusammenhang.

Man kann also die Zelle nicht als das von der Entwicklung angestrebte Organisationsziel bezeichnen, sie ist keineswegs das einzige Strukturprinzip der lebenden Materie, aus dem sich alle anderen als Differenzierungsprodukte ableiten lassen, sondern gerade umgekehrt: Die Zelle ist eines von sehr vielen anderen Differenzierungsprodukten des Organismus, sie ist ein — gar nicht einmal sehr häufiges — Strukturprinzip neben anderen, wie Fibrillen, Membranen, Plastosomen usw. Wir können den Organismus zerlegen in eine Reihe sehr verschiedenartiger und sehr verschiedenwertiger Struktursysteme, die in höchst mannigfaltiger Weise neben- und ineinander geschaltet sind, also z. B.: Organe, Gewebe, Drüsenbäumchen, Fasern, Zellen, Plastosomen, Centrosomen, Kerne usw. Ob es ratsam ist, diese Zerlegung über die Grenze des Sichtbaren hinaus bis zu sog. „Elementarstrukturen" zu treiben, wie es *Wiesner* und viele andere Biologen wollen, möge dahingestellt bleiben.

Das ist keineswegs die alte Auffassung im neuen Gewande. Es läßt sich vielmehr zeigen, daß zahlreiche Tatsachen, wie der mechanische Zusammenhalt der Gewebe, der Umlauf der Blut- und Gewebsflüssigkeit, die Fortleitung der Erregung usw. viel besser durch sie geklärt werden, als mit den Mitteln der zellularen Auffassung. Hier sei auch die Tatsache erwähnt, daß die der mechanischen Funktion der Gewebe in erster

[1]) Den Anteil, den *F. Marchand* hieran nimmt, finden hierfür sich interessierende Leser in der Münch. Med. Wochenschr. 1922, Nr. 37.

Linie dienenden, zwischen den Zellen gelegenen Fasern und Membranen sich um Zellgrenzen gar nicht kümmern, sondern sich kontinuierlich über sie hinweg ausbreiten. Und wie ließe sich das erklären, wenn man annimmt, sie seien Differenzierungs- oder Ausscheidungsprodukte einzelner, locker nebeneinander liegender Zellen? Am eindrucksvollsten tritt seit langem auf histologischem Gebiet *M. Heidenhain* für die hier entwickelte Anschauung ein. Da über seine „Synthesiologie" in dieser Zeitschrift noch ausführlich berichtet werden soll, möge hier der kurze Hinweis auf seine Arbeiten genügen.

Endlich besagt die Zelltheorie, daß die Zellen in dem Sinne die letzten Elementarbestandteile des Organismus seien, daß nur ihnen selbständiges Leben zukomme; die zwischen den Zellen gelegenen Fasern und sonstigen Grundsubstanzen galten als tot. Diese von *Virchow* anfangs geteilte Auffassung ist ihm selbst später zweifelhaft geworden, und sicher ist, daß zahlreiche Forscher in den Interzellularsubstanzen echte Lebensäußerungen beobachtet haben wollen. Legt man also in der obigen Formel den Nachdruck auf *Leben*, so muß man zum mindesten so vorsichtig sein, zuzugeben, daß es *verschiedene Grade der Lebenstätigkeit* gibt. Im physiko-chemischen Sinne wird man etwa sagen, daß, da die Labilität eines Kolloidsystems verschieden sein kann, die Kolloide der Interzellularsubstanzen sich dem festen Gelzustande näherten, also stabiler seien, d. h. ihre Lebensäußerungen würden in ihrer äußeren Gestalt sich weniger ausdrücken, als das einem Sol mehr entsprechende Protoplasma einer Drüsenzelle, das den labileren Zustand darstelle, daher seine Lebensäußerungen leicht durch entsprechende Formveränderungen zu erkennen gebe. Betont man andererseits die *Selbständigkeit* des zellularen Lebens, so ist demgegenüber darauf hinzuweisen, daß auch diese nur innerhalb gewisser Grenzen gilt. Das *Virchowsche* „Omnis cellula e cellula" mußte sehr bald zu einem „Omnis nucleus e nucleo" erweitert werden, und heute postulieren viele Forscher diese Kontinuität auch für die Plastosomen usw. Als selbständiger Elementarorganismus kann eine isolierte Einzelzelle zum mindesten nicht mehr angesprochen werden, wissen wir doch, daß sie im Körper weitgehenden chemischen und nervösen Beeinflussungen und Regulationen unterliegt, durch die sie in einer ganz ausgesprochenen Abhängigkeit vom Ganzen steht. Dieses Ganze ist sowohl die Summe seiner Teile und als solches ein Neben- und Ineinander von einzelnen Strukturteilen — als auch ein Unteilbares, ein Individuum, eine Person.

Der Gang der anatomischen Wissenschaft wird immer so sein, daß sie zunächst den Organismus zergliedert, analysiert. Sie wird den „Leichnam zerstückeln", dann aber muß sie die toten Teile zum lebendigen Ganzen zusammenfügen, durch Synthese wiederaufbauen. Diesen Weg geht neuerdings in der menschlichen Anatomie in vorbildlicher Weise das Lehrbuch von *Braus*. Und *Elze* hat in dieser Zeitschrift mehrfach (s. Nr. 43, 1921 u. 50, 1922) mit Recht betont, daß die Anatomie dieser Richtung darauf bedacht sei, Anatomie des lebenden Körpers zu sein, „über die Kenntnis aller Einzelheiten der Leiche hinaus zu einem Gesamtbild des lebenden Menschen zu gelangen". Die pathologische Anatomie hat als Grundlage der klinischen Medizin, die kranke Menschen und nicht Krankheiten zu behandeln hat, dieses Ziel von allem Anfang an mehr vor Augen gehabt, trotzdem hat auch sie, namentlich in der Zellularpathologie zuerst den rein analytischen Weg gehen müssen. Sie kannte als Naturwissenschaft den Einzelfall nur als Beispiel für ein allgemeines Gesetz. Als Teil des ärztlichen Denkens aber muß sie gerade umgekehrt zeigen, wie dieses allgemeine Gesetz durch eben das Besondere einer erkrankten Person zu etwas ganz Einzigartigem, nie Wiederkehrendem emporgehoben wird. Aus einem speziellen Forschungsgebiet der pathologischen Anatomie ist der schönste Beweis für die Individualität des Organismus hervorgegangen: Die Versuche, Organe oder Gewebsteile von einem Individuum auf das andere zu verpflanzen, haben sehr bald die auffällige Tatsache ergeben, daß die überpflanzten Teile im neuen Wirtsorganismus unter günstigen Bedingungen zwar anheilen, aber nur dann als solche erhalten bleiben, wenn sie vom gleichen Individuum stammen. Von einem anderen Individuum überpflanzt, gehen sie zugrunde, können aber in höchst eigenartiger Weise vom Wirtskörper selbst ersetzt werden. Man glaubte nun anfangs, daß dies vielleicht daran liege, daß die überpflanzten Teile nicht rasch genug den Anschluß an die für sie nötigen Lebens- und Funktionsbedingungen fänden, aber *Borst* und *Enderlen* konnten zeigen, daß selbst wenn man Organe mitsamt den ernährenden Blutgefäßen überpflanzt und sofort in geeigneter Weise mit denen des Wirts verbindet, diese Organe niemals dauernd am Leben bleiben, wenn sie von einem anderen Individuum stammen. Die „biochemische Individualität" der Organe verträgt eben nicht die Einpflanzung auf einen dem Individuum fremden Boden, sie gehen hier zugrunde.

Die Zusammenfügung einzelner Strukturteile zu einem übergeordneten Struktursystem und wiederum die Zusammenfassung dieser einzelnen Systeme zum Ganzen der Person ist also nicht, wie *Roux* meint, eine bloß mechanische, auf die Gewährung der Daseinsbedingungen der Teile: Nahrung und Reiz sich gründende — sondern sie befähigt dieses Ganze zu Leistungen, die nicht einfach als Summe der Einzelleistungen begriffen werden können. Die Kenntnis der Zellfunktion als solche gibt noch keinen Aufschluß über alle Funktionen des Organganzen, und die Handlungen einer Person bestehen nur zu einem Teil aus der Summe der einzelnen Organfunktionen, zu einem anderen Teil sind es „Gemeinschafts-

handlungen" des zu einer übergeordneten Gemeinschaft zusammengefügten Systems. (Der Vergleich mit einer Melodie und den sie zusammensetzenden Tönen oder der mit einer Armee und den sie bildenden Soldaten wird vielfach angewandt, um dies zu verdeutlichen.)

Durch diese Betrachtungen wird die Grenze aller zellularen Anschauungen deutlich bestimmt. Die Frage ist nicht: Ist die zellulare Strukturtheorie des Organismus noch heute gültig? — sondern: Vermag sie das Ganze des Organismus strukturell und funktionell befriedigend zu deuten? Verneinen wir letzteres, weil sie diese Aufgabe nur zu einem Teil lösen kann, so ist klar, daß neben der zellularen Auffassung auch noch andere in der Biologie Geltung haben müssen, daß es Beobachtungen gibt, die sich durch die Zellulartheorie nicht befriedigend erklären lassen.

Es ist gewiß zu einseitig, die Morphologie lediglich als eine Methode der *Physiologie* anzusprechen. Eine Strukturtheorie der lebendigen Masse hat zunächst ihre eigene Berechtigung. Aber für das ärztliche Denken wird immer die Beziehung zwischen Struktur und Funktion das zentrale Problem bilden. Bezeichnend erscheint, daß *Braus* in seinem Lehrbuch z. B. den Teil der Anatomie, der den Knochen-, Bänder- und Muskelapparat beschreibt, als Bewegungsapparat zusammenfaßt. Er beschreibt also nicht, wie *Elze* sagt, das Zusammen*liegen*, sondern das Zusammen*wirken* der Teile. In der Physiologie hat bekanntlich vor allem *Verworn* den Versuch gemacht, eine Zellularphysiologie zu schreiben. Aber es ist im wesentlichen bei einer „Physiologie der Einzelligen" geblieben, denn bei den vielzelligen Organismen arbeitet die Physiologie wohl mit Geweben und Organen, d. h. also sehr verschiedenartigen Zellsystemen, aber nicht mit einzelnen Zellen. Gewiß läßt sich auch hier eine Physiologie der Zelle anstreben und das Ziel liegt nur wegen der methodischen Schwierigkeiten noch in weiter Ferne. Aber wir wollen doch auch mehr als nur eine Physiologie der Zelle, wir wollen eine Physiologie der lebendigen Materie, und sodann eine Lokalisation der einzelnen Funktionen in den einzelnen Strukturteilchen. Dabei braucht man sich um Zellgrenzen nicht zu sorgen. Sehr wohl aber kennt die moderne Physiologie die „Oberflächen", denn diese sind für die physiko-chemische Aufklärung der Lebensvorgänge ein ungemein wichtiger Begriff geworden. Oberfläche entsteht aber keineswegs nur außen an der Zellgrenze, sondern an jedem kleinsten Teilkörper des Protoplasmas und des Kernes, so daß *Tschermak* mit Recht vom physiologischen Standpunkt aus sagt: „Die Zergliederung des Ganzen strebe nicht zu möglichst viel Zellen, sondern zu möglichst viel Fläche." Macht also weder die strukturelle noch die funktionelle Aufteilung des lebendigen Organismus allein bei der Zelle Halt, so muß auch die synthetische Theorie, nicht allein bekümmert um die Zelle, strukturell und funktionell bis zum Ganzen fortschreiten.

Dabei wollen wir die für den Arzt so wichtige Tatsache, daß das Ganze des menschlichen Organismus nicht nur aus materiellen Strukturtsystemen, sondern auch aus seelischen Funktionen besteht, der Einfachheit der Betrachtung zuliebe ganz außer acht lassen. Es genüge an dieser Stelle zu betonen, daß die hier entwickelte Anschauungsweise verlangt, die in den einzelnen Teilsystemen beobachteten Vorgänge auf das Ganze des Organismus zu beziehen, sie von dieser Ganzheit aus zu werten. Anders ausgedrückt: teleologisch zu urteilen.

Solchen Urteilen wird nun merkwürdigerweise von einigen Forschern die Berechtigung abgesprochen, und zwar mit der Begründung, daß teleologische Urteile Sache der Naturphilosophie wären und nicht in die reine Naturwissenschaft gehörten. Da man heutzutage in vielen biologischen Abhandlungen mit Eifer philosophische Probleme erörtert findet, so sei es hier gestattet, auf diese für die Pathologie so ungemein wichtige Frage kurz einzugehen.

Die Problemstellung ist so: Es stehen sich zwei Auffassungen extrem gegenüber, zwischen denen natürlich alle Übergänge vertreten werden. Die beiden Extreme lauten:

1. Die Pathologie ist ein Teil der reinen Naturwissenschaft und hat als solche nur Vorgänge zu beschreiben und die zwischen ihnen bestehenden Relationen aufzudecken[2]).

2. Die Pathologie ist die Grundlage für die Behandlung des kranken Menschen, d. h. eines Individuums, einer einmaligen, unteilbaren Person. Sie hat daher die an dieser zu beobachtenden krankhaften Vorgänge in Beziehung zum Ganzen der Person zu setzen, zu werten vom Gesichtspunkt der Erhaltung des bedrohten Organismus aus, also teleologisch zu urteilen.

Es ist nun zweifellos ein Trugschluß, wenn die Vertreter der ersten Auffassung für sich den allein reinen, naturwissenschaftlich exakten Standpunkt in Anspruch nehmen und den Gegnern eine sehr gefährliche Verquickung mit naturphilosophischem Denken vorwerfen. Es läßt sich doch leicht zeigen, daß auch der erste Standpunkt bereits eine Verquickung von Beobachtung und logischer Verwertung ist, daß ohne gedankliche Operationen auch eine „reine und exakte" Naturwissenschaft unmöglich ist, daß es also ganz willkürlich ist, das relativistische (womöglich auch noch das kausale!) Denken für die reine Naturwissenschaft in Anspruch zu nehmen, das teleologische dagegen der Philosophie zuzuweisen.

Der Fehler wird durch die folgenden Überlegungen klarer werden: Man muß zunächst

[2]) In klarster Form finden sich diese Gedanken entwickelt bei *Ricker*, „Grundlinien einer Logik der Physiologie" 1912 und „Entwurf einer Relationspathologie" 1905, Stuttgart, Enke.

scharf trennen zwischen teleologischem *Urteil* und teleologischer *Erklärung*. Bezeichnet man einen Vorgang als zweckmäßig, so tut man zunächst nichts, als daß man ihn in Beziehung setzt zu dem Ganzen, an dessen Teil er sich abspielt. Man stellt damit einfach eine Tatsache fest, und zwar die „der Übereinstimmung von Aufgabe und Bau“[3]), tut also zum mindesten Ähnliches, als wenn man von einem Gegenstand aussagt, er sei fest, löslich oder dergl., was bekanntlich auch schon logisches Urteil (nämlich über die Beziehungen eines Körpers zu einem anderen) und nicht reine Beobachtung ist. Ganz etwas anderes ist die Frage, ob diese Zweckmäßigkeit den Vorgang „erklärt“, oder, was etwa der Grund für diese Zweckmäßigkeit sei. Aufgabe der Pathologie ist auch für die Vertreter der oben gekennzeichneten zweiten Auffassung zunächst nur das teleologische *Urteil*.

Ohne *Urteil* kommen aber auch die Vertreter des anderen Extrems nicht aus. Denn bekanntlich ist es das Wesen jeder Wissenschaft, zu urteilen. Ein bloßes Sammeln von Beobachtungen ist keine Naturwissenschaft, und die Vertreter des ersten Standpunktes behaupten auch nicht, daß die reine Naturwissenschaft ohne logische Verwertung der Beobachtungen auskomme. Aber dann müssen sie ja auch *werten* und *urteilen*. Das kausale Urteil, das angeblich noch frei von Naturphilosophie sein soll und ganz für die exakte Naturwissenschaft reserviert wird, ist ja genau so gut wie das teleologische eine *Wertung*: unter all den unzähligen wirkenden und bewirkten Vorgängen, die bei einem biologischen Geschehen eine Rolle spielen, greift man — aus irgendwelchen praktischen oder sonstigen Gründen — einen einzigen heraus und nennt ihn in diesem Falle „die Ursache“, obwohl doch rein naturwissenschaftlich jeder andere bewirkende Vorgang genau so gut mit dem bewirkten verknüpft ist. Daher die Forderung einer Reihe von Forschern (z. B. *Verworn, Hansemann*), auch das kausale Denken, also das Werten, zu verbannen und als Naturforscher nur noch konditional zu urteilen. Rottet der Puritanismus in seinem Eifer gegen die „Philosophie“ nun auch das Urteil noch aus, so ist es überhaupt mit der Wissenschaft vorbei.

Man sieht: die Grenzziehung zwischen Naturwissenschaft und Philosophie ist ganz verkehrt angelegt: jede Wissenschaft enthält logische Arbeit, die eine philosophische Angelegenheit ist, und eine Verquickung von Beobachtung und Denken ist ganz unvermeidlich. Macht man sich das klar, so ist gar kein Grund, weshalb teleologisches Urteilen „gefährlicher“ sein soll als kausales.

Die Sache liegt vielmehr so, daß (aus Gründen, die hier nicht zur Erörterung stehen) es als allgemein anerkannte Aufgabe der Naturwissenschaft bezeichnet werden muß, die beobachteten Vorgänge in begrifflich sparsamster und einfachster Weise nachzubilden, sie so lange zu zergliedern, bis sie auf bereits bekannte, regelmäßige Verknüpfungen zurückgeführt, d. h. in kausale Abhängigkeit gebracht worden sind. Aber für die Pathologie besteht, genau wie für die Biologie im allgemeinen, die Schwierigkeit darin, daß wir diese kausale Aufklärung für sehr viele Vorgänge noch nicht haben. Wir müssen uns dann mit der *Wertung* dieser Vorgänge begnügen und daraus den Anreiz zur weiteren Arbeit entnehmen. Freilich müssen wir uns hüten, logisch ungeschulten Menschen die *Wertung* für eine *Erklärung* auszugeben, zwei Gebiete also zu vermischen. Aber diese Gefahr läßt sich bei klarer Erkenntnis vermeiden. Ein Beweis dafür ist, daß auch Naturforscher, die auf dem eben skizzierten „denkökonomischen“ Standpunkt *Machs* stehen[4]), ruhig mit teleologischen Urteilen neben den kausalen arbeiten.

Läßt sich also die Grenze zwischen Naturwissenschaft und Philosophie nicht in willkürlicher Weise zwischen Kausalität und Teleologie ziehen, so folgt daraus, daß jeder Naturforscher neben seinen physischen auch psychische Forschungsmittel nötig hat, und daß er gezwungen ist, die Untersuchung seiner logischen Denkoperationen (die wir als reine philosophische Angelegenheit bezeichnen) für ebenso notwendig anzusehen wie die seiner Instrumente usw. Überläßt er jene — aus irgendwelchen Gründen — den philosophischen Fachleuten, so ist er zum mindesten gezwungen, sich mit den Hauptergebnissen ihrer Arbeit vertraut zu machen und zu ihnen Stellung zu nehmen.

Würde dieser Punkt allgemein anerkannt, so wäre die wohltätige Folge, daß (wie *Driesch* zum Schluß der zweiten Auflage seiner „Phil. d. Organischen“ mit Recht sagt) sich alle Wissenschaften wieder mehr ihrer *Einheit* bewußt würden, daß nicht jede ihre eigene „Wahrheit“ oder eigenen „Standpunkt“ hat, sondern daß sie alle nur verschiedene Teile desselben Ganzen bearbeiten, nämlich die Ganzheit des menschlichen Wissens. Zu ihr führen wohl verschiedene Wege, aber nicht verschiedene Wahrheiten.

Es folgt ferner aus den obigen Ausführungen, daß zwar eine Erörterung über die Beobachtungen und ihre gedankliche Verknüpfung in die Naturwissenschaft gehört, nicht aber darüber, wie die bis heute noch nicht erklärbaren Vorgänge (und zu denen gehören alle teleologisch *bewerteten*) einer solchen Verknüpfung zugeführt werden können. Also der Streit, ob sich die zunächst teleologisch bewerteten Vorgänge einmal rein kausal auf bekannte chemische oder physikalische Vorgänge werden zurückführen lassen oder nicht — ob man materialistisch, vitalistisch oder sonstwie philosophisch eingestellt ist, ist nicht

[3]) S. *H. Braus*, Vhdlg. d. Naturhist. med. Ver. Heidelberg *XIV*, 2, 1920.

[4]) S. z. B. *Winterstein* in Anatom. Heften Bd. 57.

Angelegenheit der Naturwissenschaft. *Und zwar deshalb, weil es für diese zunächst völlig gleichgültig ist, wie sich der einzelne Forscher philosophisch entscheidet.* Wichtig ist für sie einzig und allein, ob die Entscheidung zu fruchtbarer *naturwissenschaftlicher* Arbeit anreizt oder nicht. Und Tatsache ist, daß sowohl materialistisch wie vitalistisch eingestellte Forscher die Naturwissenschaft gefördert haben.

Wenn also die moderne Biologie durch die Zellulartheorie immer nur einen Teil ihrer Aufgaben als lösbar betrachtet, so wird auch die allgemeine Krankheitslehre heutigen Tages von der Zellularpathologie nur zu einem Teil erschöpft werden können. Das läßt sich zunächst an dem Gedankengang aufweisen, den *Virchow* selbst in seinen oben erwähnten Vorlesungen über Zellularpathologie gegangen ist.

Nachdem *Virchow* die Bedeutung des zellulären Aufbaues für Struktur und Funktion des normalen Organismus geschildert hat, geht er dazu über, die beiden grundlegenden pathologischen Vorgänge, auf die man einen großen Teil des krankhaften Geschehens zurückführen kann (die sogen. „regressiven" und „progressiven" Prozesse), auf die verschiedenen Zellen zu beziehen und deren Veränderungen in Gestalt und Tätigkeit dabei festzustellen. Ist es das Zeichen normalen Lebens der Zelle, durch funktionelle, nutritive oder formative Reize in Erregung zu geraten, so bestehen die krankhaften Vorgänge darin, daß rein passiv die Zellen Störungen ihrer Struktur und Funktion erleiden, die unter Umständen bis zum Untergang der Zelle führen können — dies sind die „regressiven" Prozesse der allgemeinen Pathologie (Atrophie, Degeneration, Nekrobiose und Nekrose) —, oder daß umgekehrt durch bestimmte Reize die Aktivität der Zelle erhöht wird, ein Vorgang, den *Virchow* unter Umständen Entzündung nannte und der bis zur Neubildung von Zellen sich steigern kann.

Es ist aus dem früher Gesagten einleuchtend, daß *Virchow* für alle diese Prozesse die Zellen in erster Linie als Trägerinnen der Veränderungen verantwortlich machte. So beschrieb er die Ablagerung von Fett, Kalk, amyloider Substanz in ihnen, die bis zum Untergang der zelligen Elemente sich steigern kann. Daß auch die Zwischensubstanzen ein ähnliches Schicksal erleiden können, wird zwar beiläufig erwähnt, immer aber ist die Degeneration des zelligen Elementes das Primäre und allein Maßgebende.

Je mehr man aber die Bedeutung der nicht zellularen Zwischensubstanz für die Funktion der Gewebe erkannte, um so mehr mußte auch ihre selbständige Erkrankungsmöglichkeit betont werden, so hat sich z. B. bald herausgestellt, daß sich der Vorgang der amyloiden Degeneration, d. h. die Ablagerung eines eiweißartigen Körpers in den inneren Organen bei chronischen Zehrkrankheiten, wie Syphilis, Tuberkulose, bösartige Geschwülste, zunächst fast ausschließlich in den Grundsubstanzen abspielt. Die funktionelle Bedeutung dieser Grundsubstanzen besteht, kurz gesagt, darin, daß sie für die in ihnen liegenden Fasern oder Membranen bei den Bewegungen des Gewebes (z. B. den dauernden pulsatorischen Bewegungen der Blutgefäße) eine Art Gleit- oder Schmiermittel darstellen, oder z. B. bei Knorpel und Knochen eine Kittsubstanz bilden, die durch Aufnahme bestimmter Eiweißkörper und Kalksalze die in ihnen liegenden Fasern umhüllt, sie zu einer festen Masse verkittet und für unser Auge maskiert. Der Terminus „Gleitmittel" oder „Kittsubstanz" soll nur die für die mechanische Funktion dieser Substanz bedeutungsvolle Leistung bezeichnen, erschöpft aber in keiner Weise jede dieser Materie zustehende Aufgabe.

Der Vorgang der amyloiden Entartung läßt sich vielleicht kurz als eine gelartige Umwandlung der Grundsubstanz bestimmter Gewebe (Gefäßwand und Grundhäute gewisser Drüsen) bezeichnen. Diese Umwandlung ist meist ein irreversibler Prozeß und hat schwere Störungen der Organfunktionen zur Folge. Auch die sonstigen Entartungen, wie Verfettung, Verkalkung usw., spielen sich vielfach direkt in den Grundsubstanzen ab, ohne daß die Zellen selbst von ihnen betroffen zu sein brauchen, und manche Krankheiten, wie die Arteriosklerose, Arthritis deformans und andere, erscheinen uns heute in ihren ersten Anfängen gerade durch solche Erkrankungen der Grundsubstanzen bedingt.

Hält man mit der früher herrschenden Auffassung diese Grundsubstanzen im wesentlichen für tote Zellprodukte, so wird man die erwähnten Vorgänge an ihnen rein passiv ablaufen lassen. Sie können sie wohl „erleiden", aber nicht „überwinden". Es lassen sich aber Beobachtungen beibringen, die dafür sprechen, daß die erwähnten Veränderungen auch an den Grundsubstanzen heilbar sind, also von diesen Substanzen aktiv rückgebildet werden können.

Es gibt demnach selbständige, *zellunabhängige* Erkrankungen der Grundsubstanz; die Pathologie kann in der analytischen Zergliederung nicht bei der „Zelle" stehen bleiben, sondern stellt krankhafte Vorgänge an extra- und intrazellulären Gebilden (z. B. auch an den Kernen, Plastosomen usw.) fest, die nichts mit Zellgrenzen zu tun haben.

Andererseits zeigt sich, daß sehr viele krankhafte Vorgänge, die man gemeinhin auch heute noch als „zellulare" betrachten kann, doch nicht der strengen Fassung des Zellbegriffs entsprechen, sondern sich lediglich auf höhere Teilsysteme beziehen, etwa auf die Gesamtheit von Kern, Protoplasma, Grundsubstanz und Membran, also abwegige „Gemeinschaftshandlungen" bestimmter Systeme darstellen. So verstand *Virchow* unter Entzündung ebenfalls einen Prozeß, der sich an den Zellen abspielte. Diese sollten durch bestimmte Reize eine größere Nahrungsmenge in sich aufsaugen, sich vergrößern und sich dann

eventuell durch Teilung vermehren. Nachdem in der Folgezeit bei diesem Vorgang mehr und mehr das Schwergewicht wieder in eine eigentümliche Störung der Blutzirkulation gelegt worden ist, nachdem insbesondere durch *Cohnheim* u. a. gezeigt war, daß ein Teil der entzündlichen Schwellung neben dem Austritt flüssiger Blutbestandteile auf dem Auswandern von Blutzellen aus der Gefäßbahn beruht, konnte naturgemäß die Zellveränderung nicht mehr als der allein wichtige Vorgang angesprochen werden.

Der Aufsatz von *Löhlein* in der erwähnten Nr. 41 des Jahrgangs 1921 dieser Zeitschrift läßt die Schwierigkeiten erkennen, die sich auch heute noch einer einheitlichen Auffassung dieser verwickelten Erscheinung, die wir Entzündung nennen, entgegenstellen. Wenn aber von vielen Forschern der Nachdruck darauf gelegt wird, daß es eigentümliche Störungen im Blutumlauf sind, die den Prozeß beherrschen, oder daß ein Nebeneinander von Gewebsschädigung, Zirkulationsstörung und Gewebswucherung vorliege, so ergibt sich, daß auch hier Störungen in den Vordergrund gestellt werden, die entweder den Zusammenhang oder die Gemeinschaftshandlung von Blutgefäßen, Nerven und spezifischem Organgewebe betreffen, oder doch zum mindesten Veränderungen darstellen, die, wie die Durchlässigkeit der Gefäßwand, nicht allein vom zellularen Aufbau der Gefäße verstanden werden können.

Endlich die Gewebswucherungen und deren eindrucksvollste Repräsentanten: die Geschwülste. *Borst* hat an der gleichen Stelle dieser Zeitschrift gezeigt, in welch reichem Maße hier die Virchowsche zellulare Auffassung für die Aufklärung von Struktur und Genese der Geschwülste Früchte getragen hat, und wie weit sie noch zu Recht besteht. Aber andererseits wächst die moderne Pathologie durch Hervorhebung des konstitutionellen Momentes für die Geschwulstanlage und der allgemeinen Einwirkungen des Körpers auf Ausbreitung und Wachstum der Geschwülste über diese Anschauung hinaus. Es kann nicht fraglich sein, daß sich auch hier andere als rein zellulare Strukturtheorien werden anwenden lassen. Fraglich bleibt, wie weit sie für die ursächliche Erklärung der Geschwulstentstehung — das für den Arzt brennendste Problem dieses Gebietes — Bedeutungsvolles leisten werden. Im Augenblick wird die Forschung von den wichtigen Fortschritten beherrscht, die durch *Fiebiger, Yamagiva* und *Ishikawa* u. a. bedingt sind. Diesen Autoren ist es gelungen, mit chemischen Stoffen (Würmer, Teerprodukte) bei Tieren künstlich Krebsgeschwülste zu erzeugen. Eine naheliegende Deutung erblickt hierin den Beweis für die Richtigkeit der Virchowschen Anschauung, daß bestimmte formative Reize das Zellenwachstum auslösen können.

Aber es besteht für einen Teil der Geschwülste beim Menschen nach wie vor das Problem zu Recht, daß diese von „isolierten Keimen“ ausgehen; umfassender ausgedrückt: von entwicklungsgeschichtlichen Störungen im geweblichen Aufbau. Wie kommen diese zustande? Man läßt bestimmte Zellen im Überschuß gebildet werden, andere sollen abgesprengt werden oder solche, die normal zugrunde zu gehen hätten, sollen abnorm persistieren. Das gemeinsame Resultat dürfte die fehlerhafte Mischung der Gewebe sein oder das Auftreten „illegaler Zellverbindungen“ (*R. Meyer*). Jedenfalls liegt wieder der Nachdruck auf der verkehrten, abnormen *Beziehung der Zellen zueinander*, weniger auf der *abnormen Ausgestaltung der Zellen im einzelnen*. Letzten Endes berührt sich das mit dem allgemein wichtigen Problem der Formgestaltung der Gewebe. Was ist hier maßgebend? Wird z. B. die Form einer Oberfläche vom Deckepithel bestimmt oder von dem die Unterlage bildenden Bindegewebe? Viele Forscher halten das Epithel für formbestimmend, doch lassen sich zwingende Beweise nicht führen, sonst wäre die gegenteilige Ansicht nicht ebenso vertreten. Sollte der Widerspruch nicht darin seine Lösung finden können, daß — neben der Anerkennung einer gewissen Unabhängigkeit des Epithels sowohl als des Bindegewebes im Wachstum — für die Ausgestaltung der endgültigen Form doch eine Gemeinschaftsreaktion, ein harmonisches Zusammenwirken beider Gewebe anerkannt wird? Das Eigenartige einer bösartigen Epithelgeschwulst (Krebs) muß gerade in der völligen, autonomen Selbständigkeit, d. h. in der Durchbrechung dieser Gewebsgemeinschaft seitens einer einzigen Zellenart gesehen werden.

Diese flüchtigen Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, daß die moderne Krankheitslehre gerade auf den der Zellularpathologie besonders eigenen Gebieten auch den nicht-zellularen Anschauungen ein Recht einräumen muß. Das alles wird noch deutlicher, wenn man versucht, dem Kern der Zellularpathologie noch näher zu kommen. Denn das bisher Angeführte bedeutet mehr eine Erweiterung dieser Theorie als eine Abkehr. Für die Pathologie stellte die Zellulartheorie aber letzten Endes auch die strenge Lokalisationsforderung einer Krankheit dar. „Ich behaupte, daß kein Arzt ordnungsgemäß über einen krankhaften Vorgang zu denken vermag, wenn er nicht imstande ist, ihm einen Ort im Körper anzuweisen“, sagte *Virchow*. Abgesehen von der Frage, ob es uns wirklich gelingen wird, alle Krankheiten in diesem Sinne anatomisch zu lokalisieren, erscheint uns heute die Krankheitslehre mit dem Suchen nach dem Sitz der Krankheit ganz und gar nicht erschöpft.

Schon zu *Virchows* Zeiten waren es die Entdeckungen auf dem Gebiete der Krankheitsursachen durch die Bakteriologie, die eine starke Erschütterung des reinen Lokalisationsgedankens herbeiführte. Brach sich doch mehr und mehr der Gedanke Bahn, daß das Wesen — zum min-

desten der Infektionskrankheiten — in einem Kampf zwischen krankmachendem Erreger und dem von diesem befallenen Organismus beruhe. Es treten also zwei Energiesysteme miteinander in Reaktion. Es wurde bald klar, daß an dieser Reaktion auf beiden Seiten meist das Ganze beteiligt ist und nicht bloß ein einzelnes Organ, so sehr sich auch der Kampf auf einem Teilgebiet besonders kräftig und augenfällig abspielen kann. Besonders deutlich wurde, daß an der Reaktion keineswegs nur die zellulär organisierte Substanz, sondern auch die Flüssigkeiten des Körpers teilnehmen, so daß, wenn auch in stark verändertem Gewande, der sog. „Humoralpathologie" nicht jede Berechtigung abgesprochen werden konnte.

Der Gedanke, die Krankheit als das Resultat zweier miteinander in Reaktion tretender Energiesysteme aufzufassen, läßt sich aber von den Infektionskrankheiten auch auf die Mehrzahl aller Krankheiten übertragen, denn zumeist ist es eine von außen kommende Energie, sei es physikalischer oder chemischer Art: Trauma, Licht, Wärme, chemische Gifte usw., die als exogener Faktor mit dem durch den Organismus als endogener Faktor repräsentierten Energiesystem in Reaktion tritt. Das Produkt dieser Reaktion ist die in vielen Fällen sich unserem Auge darbietende, anatomische Veränderung. Wir können deshalb solche krankhaften Produkte, die sich — rein zellular analytisch betrachtet — sehr ähnlich sehen, wie z. B. manche tuberkulöse und syphilitische Knoten, wegen der völligen Verschiedenheit ihres sie exogen bedingenden Energiesystems (den Tuberkelbazillen oder Syphilisspirochäten) streng trennen, wiederum andere aber, die zellular pathologisch sehr verschieden sind, wie z. B. eine in Verkäsung übergehende Lungenentzündung und ein Tuberkelknötchen in der Lunge, wegen ihres gemeinsamen exogenen Faktors (beide Male den Tuberkelbazillen) nahe zusammenstellen.

Die Beschaffenheit des durch unseren Körper dargestellten Energiesystems liegt begründet in dem, was wir die Konstitution des Individuums nennen. Der Aufsatz von *Lubarsch* in dem oben erwähnten Heft dieser Zeitschrift zeigt, was auf diesem Gebiete erreicht ist und welche Fragen hier zur Erörterung stehen. Mit besonderer Eindringlichkeit zeigt auch dieser Aufsatz, daß die Konstitution, d. h. „die Beschaffenheit des Organismus, von der seine besondere Reaktion auf Reize abhängt", nicht allein durch die zellulare Analyse der Person erfaßt werden kann.

Wenn *Lubarsch* (S. 818 unten) meint, „daß es sich bei allen diesen Fragen um zellulare Probleme handelt", so ist das vielleicht kein unbedingter Gegensatz zu der hier vertretenen Auffassung. *Lubarsch* macht nämlich die für den Konstitutions- und Dispositionsbegriff wichtigen Veränderungen der Säfte von den Zellen abhängig, wählt also mit „Zellen" nur den üblichen Ausdruck für bestimmte Territorien der organisierten Substanz, zu der aber doch die geformte interzellulare Substanz ebenso gut wie bestimmte Teilprodukte der Zelle (Kerne usw.) gehören. Alle diese haben sichtlich einen wichtigen Einfluß auf die Veränderung der Säfte. Auch *Virchow* erkannte völlig klar, daß bei jeder lokalen Krankheit gewisse Beziehungen zum Organismus bestehen, denn „eine vollständige Isolierung, so daß das Ding gleichsam wie auf einer Insel lebte, kommt überhaupt gar nicht vor", sagte er.

Die Konstitutionslehre ist also im wesentlichen Zusammenhangslehre und enthält für die pathologische Anatomie die Forderung, die Krankheitserforschung nicht mit der analytischen Zergliederung der örtlich sich abspielenden Vorgänge als beendet anzusehen, sondern auch die krankhafte Störung der Relationen, d. h. der Verknüpfung der Teile zum Ganzen zu beachten, wie dies die klinische Medizin ganz naturgemäß stark betonen muß. Vielleicht läßt sich an der Hand von einigen kurzen Erörterungen zeigen, daß auch die pathologische Anatomie eine gewisse Umstellung ihres Denkens hierdurch erfahren muß.

Ein Typhus ist für die streng lokalisatorische Anschauung eine Darmerkrankung. Im unteren Dünndarm sitzen zumeist die nachweisbaren, eindrucksvollen anatomischen Veränderungen. Was sonst in den inneren Organen an krankhaften Veränderungen zu sehen ist (Lymphdrüsen im Gekröse, Leber, Milz usw.), läßt sich zunächst als eine sekundäre Folge, als Ausdruck einer auf dem Lymph- oder Blutweg entstandenen Absiedelung von Typhuserregern vom Darm aus deuten.

Nun hat aber die weitere Forschung gezeigt, daß es mancherlei Vorgänge bei einem Typhus gibt, die sich nicht so leicht von diesem Standpunkt aus erklären lassen. Wir finden nämlich, um nur Wesentliches zu erwähnen, schon in den ersten Tagen der Erkrankung reichlich Erreger im Blut — und wir kennen Fälle, wo diese Erreger im Blut sind und sogar der Tod eintritt, ohne daß irgendwelche anatomische Veränderung im Darm vorhanden ist.

Es muß an dieser Stelle unerörtert bleiben, ob man daraus mit Recht schon den Schluß ziehen kann, daß auch die Darmerkrankung von allem Anfang an der Ausdruck einer vom Blutstrom aus erfolgten Absiedelung der Erreger — der Typhus also schon von allem Anfang an eine Allgemeinerkrankung ist. Für unsere Betrachtung wichtig ist die Tatsache, daß die Krankheit Typhus weder durch die anatomische Darmerkrankung, noch auch durch die Anwesenheit der Erreger allein (denn auch gesunde Menschen können in ihrer Galle Typhuserreger beherbergen und durch den Darmkanal ausscheiden) charakterisiert sein kann, sondern nur dadurch, daß der diese Erreger beherbergende Organismus mit ihnen in Reaktion tritt. Die dabei in Erscheinung tretende Darmveränderung ist die Form, in der diese Reaktion sich in der Regel zunächst

äußert, — es gibt aber auch Fälle, wo diese Reaktion anders abläuft, ja sogar solche, wo der Körper eine sichtbare Reaktion gar nicht aufbringt, sondern rein passiv den Erregern zu erliegen scheint.

Alle diese Vorgänge kann man rein zellular analysieren: das eine Mal sind die Reize, die die Zellen treffen, „entzündlicher" Art, haben also Wucherungen zur Folge, das andere Mal sind sie so intensiv, daß sie die Zellen rein passiv zugrunde richten. Aber auf der einen Seite darf die Analyse nicht bei der „Zelle" Halt machen, denn jener Reaktionsvorgang spielt sich an einem bestimmten (bis heute noch nicht klar erkannten) Energiesystem *innerhalb* des Protoplasmas und des Kerns ab, auf der anderen Seite sind aber auch *extrazelluläre* Beziehungen gestört, z. B. wird durch den Infekt wahrscheinlich ein ganzes Teilsystem des Körpers gleichförmig umgestimmt (bei Reaktionen mit sichtbaren Folgen kommt es an vielen Stellen zu eigenartigen Wucherungen des von Lymphe durchströmten Zellnetzes), und es werden an so zahlreichen Organen Funktionsänderungen gesetzt, daß die Tatsache schon jedem ungeübten Beobachter einleuchtet, daß hier der ganze Organismus krank ist. Nimmt man dazu, daß in jedem Fall auf Grund der individuellen Besonderheiten auch die Intensität der Reaktion und ihr zeitlicher Ablauf wechselt, so ergibt sich klar, daß erst in einer Zusammenfassung dieser im einzelnen für uns heute noch unübersehbaren Momente des Rätsels Lösung liegen kann. Der Fortschritt gegen früher, wo man die Krankheitsdiagnose sehr wesentlich in der Formdiagnose sich erschöpfen ließ, liegt also darin, daß wir eine Leistungsdiagnose anstreben, — also schließlich dasselbe wie in der normalen Anatomie: *nicht das veränderte Zusammenliegen, sondern das veränderte Zusammenwirken!*

Ähnlich wird sich unsere Einstellung wandeln, wenn wir eine ganz andersartige Erkrankung betrachten, z. B. die Arteriosklerose. Das ist bekanntlich eine Erkrankung der Schlagadern von ganz bestimmtem, im einzelnen aber ungemein mannigfachem anatomischen Charakter. Man könnte meinen, hiermit einen wichtigen Teil des Wesens der Krankheit erschöpft zu haben. Die genauere Analyse ergibt aber, daß der Krankheit Veränderungen zugrunde liegen, die sich regelmäßig im Laufe des Lebens an den Zwischensubstanzen (an jenem oben erwähnten Gleit- oder Schmiermittel für die Fasern und Membranen des Bindegewebes) abspielen und die man mit dem Wort „Abnutzungsvorgänge" bezeichnet hat. Diesen Abnutzungen entgeht kein alternder Mensch, sie sind auch keineswegs bloß im Schlagadersystem zu beobachten, sondern ganz allgemein an allen Bindesubstanzen des Körpers, u. a. auch am Knorpel und Knochen, wo die „Kittsubstanz" unter ihnen leidet. Man kann also sagen, daß ganz bestimmte Alterserscheinungen die Grundlage dieser Veränderungen sind. Zur Krankheit werden sie nur dadurch, daß sie durch sekundäre Momente, durch ein Übermaß mechanischer Inanspruchnahme, Gifte, Infektionen usw. so gesteigert werden, daß sie zu schnell und dauernd fortschreiten. Die Alterserscheinung, die an den Schlagadern zur Krankheit „Arteriosklerose" werden kann, kann sich in den Gelenken zur sog. „Arthritis deformans", in der Lunge zum „Emphysem" usw. steigern.

Daraus ersieht man, daß in dem Problem dieser Krankheiten zunächst das Altersproblem als solches steckt, das sich so wenig wie das Leben rein zellular wird lösen lassen, sondern das von allen Seiten her, also auch vom Standpunkt der Beziehungen zum Nervensystem, zur inneren Sekretion usw. in Angriff genommen werden muß.

Die in unserem Thema liegende Frage läßt sich also dahin beantworten: *Die moderne Pathologie ist nicht mehr bloße Zellularpathologie.* Diese ist nicht überwunden, weil sie ebenso wie die ihr zugrunde liegende zellulare Theorie für die Biologie noch auf lange hinaus fruchtbare Ergebnisse zeitigen wird; und auch der in ihr liegende Lokalisationsgedanke wird noch weiter Geltung haben. Aber sie ist nicht mehr *das* System der Pathologie, ist nicht mehr das einzige Prinzip, auf das sich alles Krankhafte zurückführen läßt. Zu einem einzigen System wird sich die Pathologie so wenig wie die Biologie zusammenfassen lassen. Das Wesen der Krankheit kann nicht durch eine Theorie *allein* erschöpft, mit einer Methode *allein* geklärt werden, sondern alle Theorien sind berechtigt, die zu fruchtbarer Methodik führen, denn alle haben ein gemeinsames Ziel: das Wesen der Krankheit zu begreifen von der Einheit der erkrankten Person aus.

Das Behm-Lot.

Von W. Brennecke, Hamburg.

Für die Schiffahrt hat von jeher das Bedürfnis bestanden, während der Fahrt in flachen Gewässern Angaben über die unter dem Schiffskiel befindliche Tiefe zu erhalten. Da das Handlot nur bei still liegendem oder langsam fahrendem Schiff zu gebrauchen ist, wandte man auf modernen Dampfern meist die Thomsonsche Lotmethode an. Bei dieser wird eine etwa 60 cm lange, innen mit einem roten Belag von chromsaurem Silber versehene Glasröhre, die an einem Ende verschlossen ist, mittels einer kleinen Lotmaschine vom Heck des Schiffes aus in die Tiefe gelassen und füllt sich hier entsprechend dem Wasserdruck mit Wasser. Beim Aufholen ist dann der rote Belag, soweit das Seewasser in die Röhre eingedrungen ist, weiß gefärbt, da sich Chlorsilber gebildet hat. An einer Skala kann sofort die Wassertiefe abgelesen werden. Der Nachteil der Methode ist, daß sie nur bis zu bestimmten Schiffsgeschwindigkeiten angewandt

werden kann, auch beansprucht eine Lotung längere Zeit und Bedienungspersonal, schließlich können nachts und bei schlechtem Wetter leicht Störungen eintreten und in kritischen Augenblicken verhängnisvoll werden.

Man ist schon in den Zeiten, als die ersten Versuche zur Messung der großen Tiefen der Ozeane gemacht wurden, auf den Gedanken gekommen, die Tiefen mittels der Schallgeschwindigkeit im Wasser zu messen. So erzählt uns *Maury* in seiner Geographie des Meeres (1855), daß man starke Pulverladungen im tiefen Meer explodieren ließ und auf einen Widerhall vom Grunde lauschte, ohne jedoch das Echo zu hören. Im Jahre 1904 veröffentlichte ein norwegischer Ingenieur *Berggraf* eine Vorrichtung zum Messen von Meerestiefen, bei der ein elektromagnetischer Summer Töne nach dem Meeresboden hin entsendet, deren Echo von einem Mikrophon aufgenommen wird; die Zeit zwischen Entsendung und rückkehrendem Schall sollte durch einen Zeitmesser gemessen werden[1]). Die Methode ist jedoch nicht erprobt worden, da es nicht möglich erschien, die Zeiten mit einer hinreichenden Genauigkeit zu messen. Versuche, bei denen als Schallquelle die Explosion einer kleinen Pulvermenge unter Wasser diente, wurden 1919 von der französischen Marine ausgeführt[2]). Als Echoempfänger wurde ein unter Wasser befindliches Mikrophon verwandt, die Zeiten der Entsendung des Schalls und des Empfangs des Echos wurden durch einen Chronographen registriert, auf dem die Ablesungen bis auf $^1/_{1500}$ Sekunde genau erfolgen konnten. Die Methode soll sich als brauchbar bei größeren Tiefen erwiesen haben, während sie bei Tiefen unter 50 m versagte, da die Franzosen nicht den Wert der Abschirmung des Schalls durch den Schiffskörper erkannten. Mitteilungen über weitere Versuche von dieser Seite sind nicht bekannt geworden. Es sei noch festgestellt, daß diese Versuche erst mehrere Jahre nach Ausführung der deutschen Versuche, deren Methode schon 1916 durch deutsches Reichspatent geschützt wurde, stattfanden.

Unabhängig von den erwähnten Vorschlägen ist es nun einem deutschen Physiker, *Alexander Behm*, nach jahrelangen Versuchen gelungen, eine Methode der akustischen Tiefenmessung zu erfinden, die zum ersten Mal die Ausführung von Lotungen auf der Flachsee mit einer hinreichenden Genauigkeit ohne Gebrauch des Handlots in einfachster Weise ermöglicht und auch begründete Aussicht bietet, die Messung der großen Meerestiefen in gleicher Weise vorzunehmen[3]).

[1]) Siehe Elektrot. Zeitschr. 1905, Nr. 6.

[2]) Bull. de l'Institut Océanographique, Monaco 1919, Nr. 358.

[3]) Siehe *A. Behm*, Das Behm-Echolot, Ann. d. Hydr. usw. 1921, 241, ferner: Über die Weiterentwicklung des Behm-Lotes und das Prinzip des Kurzzeitmessers, ebenda 1922. Das Behm-Lot wird von der Behm-Echolot-Gesellschaft in Kiel hergestellt.

Vorversuche.

Ausgehend von dem Problem, Eisberge mit Hilfe reflektierter Schallwellen rechtzeitig ausfindig zu machen, ging *A. Behm* im Jahre 1912 zu Versuchen über, die Wassertiefe mittels reflektierter Schallwellen zu messen, indem die Zeit zwischen einem erzeugten Knall und seinem Echo vom Meeresboden unter Benutzung der Schirmwirkung des Schiffskörpers zu ermitteln versucht wurde. Bevor an die Lösung der Aufgabe selbst gegangen werden konnte, galt es zunächst, sich Klarheit über verschiedene Fragen zu verschaffen. Es war unbekannt, mit welcher Stärke der Meeresboden den Schall reflektiert, ferner ob das Echo zeitlich scharf begrenzt sei. Letzteres war eine der fundamental wichtigsten Fragen, da die Schallgeschwindigkeit im Wasser 1440 m/sec beträgt (in Süßwasser bei 4° C) und bei geringen Tiefen eine Genauigkeit der Lotung von ¼ m anzustreben war. *Behm* bildete nun ein besonderes Verfahren aus, um die Schallwelle im Wasser zu photographieren; hierzu diente ein elektrischer Funke unter Wasser als Schallquelle, die entstehende Schallwelle wurde durch einen Beleuchtungsfunken abgebildet. Die zwischen Schall- und Beleuchtungsfunken liegenden Zeiten betrugen nur $^1/_{30000}$ bzw. $^1/_{15000}$ Sekunde, die auf mechanischem Wege geregelt wurden. Es zeigte sich, daß die Sichtbarkeit der kugelförmigen Schallwelle im Wasser eine sehr gute war und sich auch gut photographisch festhalten ließ. Aus den Bildern[4]) ergibt sich, daß die Schallwelle im Wasser denselben Gesetzen folgt wie in der Luft. Der Schall wurde gut von der Wasseroberfläche und von den Glaswänden des Gefäßes reflektiert, die Beugungserscheinungen waren die gleichen wie in der Luft. Eine 10 mm starke Hartgummiplatte ließ den Schall fast ungeschwächt hindurchtreten, an einem dünnen Löschblatt ergab sich ebenso wie an einer 2 mm starken Glasplatte fast totale Reflexion der Schallwellen.

Nach Lösung dieser Fragen galt es, die einwandfreie Messung der Zeitdifferenzen zwischen Schall und Echo durchzuführen. *Behm* konstruierte hierzu zuerst eine besondere Registriervorrichtung, bei der auf einem Film eine Zeitkurve durch eine Stimmgabel mit 1500 Schwingungen in der Sekunde und auf einer 2. Kurve die Markierung der direkten Schallwelle sowie ihres Echos abgebildet wurde (s. Fig. 1). Die Einwirkung des Echos ist kräftig und sehr genau zu bestimmen, die Einwirkung der direkten Schallwirkung ist, nachdem *Behm* das Prinzip der Abschirmung durch Anordnung von Geber und Empfänger auf Back- und Steuerbord eingeführt hatte, so gering, daß der Augenblick der Abgabe des Knalls künstlich markiert werden muß. War die Methode an sich hierdurch gegeben, um

[4]) Eine Reihe von Abbildungen der so erzeugten Schallwellen und ihrer Echos findet sich auf Tafel 10 der Ann. d. Hydr. usw. 1921.

die Ausführung von genauen Lotungen mittels des Echos einer Schallwelle zu ermöglichen, so war die Methode doch noch so auszugestalten, daß sie für die Bedürfnisse der Handelsschiffahrt geeignet war. Hierzu galt es, den photographisch registrierenden Apparat durch ein die Wassertiefe direkt anzeigendes Instrument zu ersetzen, was *Behm* durch die Konstruktion des Kurzzeitmessers im Jahre 1919 gelang.

Die Behm-Echolot-Methode.

Eine Echolotanlage besteht aus dem Geber, einem Echoempfänger, einem direkten Schallempfänger und Anzeigeapparat, zu Kontrollzwecken dient noch eine besondere Kontrollvorrichtung. Der Geber betätigt ein Knallsignal, dessen vom Meeresgrund zurückgeworfenes Echo vom Empfänger aufgenommen und durch den auf der Brücke befindlichen Anzeigeapparat als Tiefe registriert wird. Die direkte Einwirkung des Knallsignals auf den Echoempfänger hat *Behm* dadurch vermieden, daß er Geber und Echoempfänger durch den Schiffskörper trennt; der direkte Schallempfänger befindet sich an Backbord, der Echoempfänger an Steuerbord unterhalb der Wasserlinie, so daß der Schiffskörper einen Schallschatten wirft. Die Schallwellen können somit nur um den Schiffskörper herum auf dem Wege der Beugung den

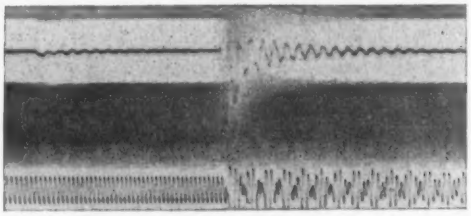


Fig. 1. Registrierung der Schallwelle.

Echoempfänger erreichen, womit eine außerordentliche Schwächung verbunden ist, während die vom Grund reflektierten Schallwellen ohne Beugung zum Empfänger gelangen können (Fig. 2). Ursprünglich waren Geber und Empfänger so konstruiert, daß Geber- und Empfängerrohr die Bordwand durchsetzten, da Geber und Empfänger außenbords gefahren werden mußten. Bei der neuesten Form ist eine Durchbrechung der Bordwand nicht mehr nötig, so daß der Einbau erleichtert und die Bedienung einfacher ist.

Der *Geber* besteht heute aus einer Patronenschleuse, die sich neben dem Anzeigeapparat befindet, und einem Geberkopf, der innerhalb der Bordwand in einem an die Bordwand angesetzten Rohrstutzen untergebracht ist. Die Patronenschleuse und der Geberkopf sind durch eine Rohrleitung von 11 mm ⌀ verbunden. Soll gelotet werden, so wird eine Patrone in die Patronenschleuse eingeführt und durch die Rohrleitung in den Geberkopf geblasen. Die Patrone selbst besteht aus einem kleinen elektrischen Zünder, in dessen Hülse eine Knallkapsel eingeschoben ist, die einen Zeitzünder besitzt. Durch Schließung des elektrischen Stroms (durch Betätigung von Knopf 3 des Anzeigeapparats) wird die Knallkapsel aus dem röhrenförmigen hinteren Teil der Patrone, der als Lauf dient, herausgeschossen und fliegt mit einer Geschwindigkeit von 50 m/sec zunächst durch die Luft und schlägt dann ins Wasser. Nach dem Abbrennen des Zeitzünders (½ oder 1 Sekunde) gelangt die Knall-

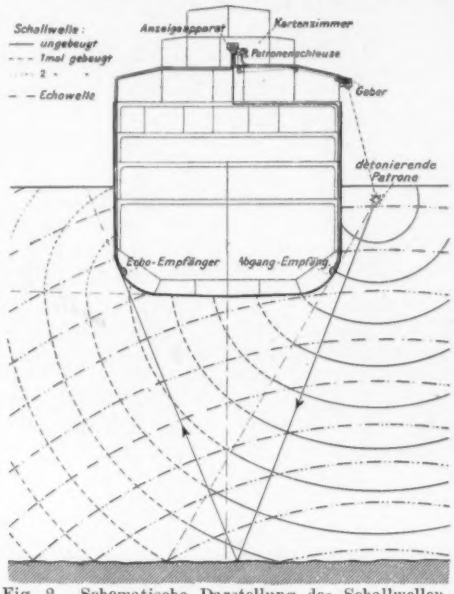


Fig. 2. Schematische Darstellung des Schallwellenverlaufs bei einer Behm-Echolot-Anlage.

kapsel in 1 bis 2 m Wassertiefe zur Explosion. Die im Geberkopf befindliche leere Patronenhülse wird später durch Ziehen an einem Drahtzug ausgeworfen. Die Hauptvorteile der neuen Geberanordnung sind, daß die Knallstärke bedeutend größer gewählt werden kann, ohne eine Beschädigung des Schiffskörpers oder des Gebers befürchten zu müssen, daß der Geber an der Bordwand oberhalb der Wasserlinie angebracht werden kann, also leichter zugänglich ist, und daß keine Dockung des Schiffs zum Einbau der Lotanlage erforderlich ist.

Der *Empfänger,* der ursprünglich auch ausgefahren wurde, besteht heute aus einem im Schiffsinnern nur auf die Bordwand aufgesetzten Mikrophon, das mit dem Anzeigeapparat durch ein Kabel verbunden ist. Man wird zweckmäßig hierfür einen Platz im Vorschiff aussuchen (Laderaum), der möglichst geschützt vor Schiffserschütterungen und Maschinengeräuschen ist.

Der *Anzeigeapparat* befindet sich auf der

Brücke oder im Kartenhaus. Er ist 34 cm lang, 21 cm breit und 30 cm hoch und trägt an der Vorderseite eine Doppelskala, die eine Teilung in Tiefenmetern zeigt (Skalenwert für 1 m Tiefe = 8 mm), die gelotete Tiefe wird durch einen Lichtstrich angezeigt (Fig. 3). Die Vorderwand des Apparats trägt 3 nebeneinander liegende Knöpfe, seitlich befindet sich ein Hebel, der auf „Loten" oder „Kontrolle" gestellt werden kann. Soll gelotet werden, so ist der Geber zu laden und zunächst Knopf 1 niederzudrücken, hierdurch erscheint ein Lichtstrich an einer beliebigen Stelle der Skala. Jetzt drückt man noch Knopf 2, bis der Lichtstrich auf den Nullpunkt der Skala zeigt, läßt dann Knopf 2 los und drückt Knopf 3, worauf unmittelbar der Apparat die gelotete Tiefe anzeigt. Die Ablesung der geloteten Tiefe kann beliebig oft durch Druck auf Knopf 1 später wiederholt werden. Legt man den Hebel auf Kontrolle und betätigt wieder die Knöpfe 1, 2 und 3 wie oben, so muß der Lichtzeiger, jetzt in grüner Farbe, auf den grünen Kontrollstrich der Skala einspielen. Der Anzeigeapparat ist also einfach zu bedienen, die Lotung dauert nur kurze Zeit und ist durch den wachthabenden Offizier ohne weitere Hilfe jederzeit ausführbar.

Eine genau ausbalanzierte Scheibe trägt einen Anker, der unter dem Einfluß eines Magneten I steht und bei Stromschluß angezogen wird, gleichzeitig hierbei durch einen vorstehenden Haken eine Blattfeder jedesmal in genau gleichem Maße spannend. Außerdem ist noch in der Nähe der Scheibe ein Magnet II vorhanden, an dessen Anker sich eine an einer Blattfeder befestigte Backenbremse befindet. Die Achse der Scheibe trägt zwei leichte Spiegel, die das Licht einer Glühlampe auf eine Doppelskala werfen und die Winkeldrehung der Scheibe durch einen feinen Lichtstrich auf der Skala kenntlich machen. Drückt man Knopf 1 des Anzeigeapparats, so wird eine Batterie (von 8 Volt Spannung) eingeschaltet und der Lichtanzeiger erscheint auf der Skala, hier die letzte Lotung anzeigend. Bei Druck auf Knopf 2 wird der Selbstunterbrechungskontakt des Magneten II überbrückt und hierdurch die Bremsfeder von der Scheibe abgehoben, gleichzeitig wird auch der Stromkreis des Magneten I geschlossen, der Anker hier angezogen und die Blattfeder gespannt; der Lichtzeiger zeigt jetzt auf Null. (Um das System in den Anziehungsbereich des Magneten I zu bringen, ist auf der Achse der Scheibe noch eine schwache Unruhspirale angebracht.) Während Knopf 1 weitergedrückt wird, läßt man Knopf 2 los und drückt Knopf 3. Hierdurch wird die Patrone im Geber abgefeuert, gleichzeitig wird der Magnet I stromlos und läßt den vorgelagerten Anker frei. Infolgedessen wird die Blattfeder entspannt, die der Scheibe einen Anstoß gibt, so daß sie in Umdrehung versetzt wird. Sowie das Echo auf das hierfür besonders konstruierte Echolot-Mikrophon trifft, tritt eine Stromunterbrechung in Magnet II ein, wodurch die Backenbremse gegen die sich bewegende Scheibe gedrückt wird und deren Bewegung sofort hemmt. Die Drehung der Scheibe kann dann durch den Lichtzeiger an der

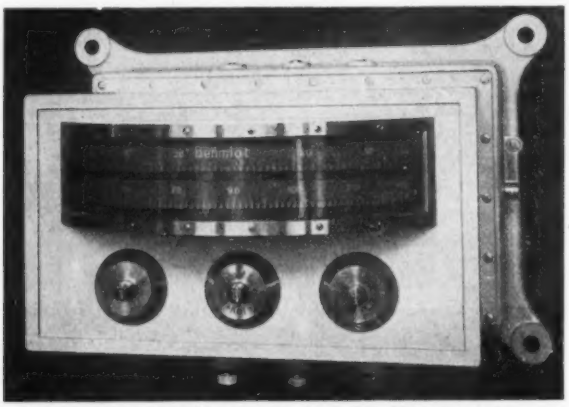


Fig. 3. Der Anzeigeapparat einer Behm-Echolot-Anlage.

Der Kurzzeitmesser.

Den Kernpunkt der gesamten Apparatur bildet der im Innern des Anzeigeapparats befindliche Kurzzeitmesser, der erst die praktische Lösung des Echolotproblems ermöglichte. Bei der Größe der Schallgeschwindigkeit im Wasser, 1440 m/sec, beträgt die Echozeit für 5 m Tiefe nur $^1/_{140}$ Sekunde; bei einer Genauigkeit von ¼ m muß die Genauigkeit der Zeitbestimmung rund $^1/_{3000}$ Sekunde betragen. Nach langen Versuchen gelang *Behm* die Konstruktion eines betriebssicheren, mechanischen Kurzzeitmessers, dessen Wirkungsweise kurz beschrieben sei.

Skala abgelesen werden, die in Tiefenmeter geeicht ist. Bei einem Meßbereich von 120 m Tiefe beträgt der Skalenwert für 1 m noch 4—5 mm, so daß eine Ablesung auf ¼ m gut möglich ist.

Damit das System exakt arbeitet, müssen natürlich eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein. So muß die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe stets die gleiche und die Achsenreibung sehr klein sein (Speziallagerung in Rubinen); wesentlich ist dann vor allem, daß die Antriebskraft der Scheibe stets die gleiche ist. Dies ist dadurch erreicht, daß die Blattfeder, welche die Rotation der Scheibe bewirkt, stets die gleiche Spannung hat, die unabhängig von der Kraft des spannenden Magneten ist. Schließlich erfüllt die Konstruktion auch die Bedingung, daß die treibende Kraft stets innerhalb der gleichen kurzen Zeit und in stets gleicher Weise auf das drehbare System übertragen wird.

Es ist hier nicht angängig, die vielen Einzelheiten, durch die ein einwandfreies Arbeiten des Kurzzeitmessers erreicht wird, anzuführen. Erwähnt sei, daß das drehbare System so genau ausbalanziert ist, daß Lagenveränderungen oder Erschütterungen des Kurzzeitmessers ohne Einfluß auf die Genauigkeit seiner Angaben sind, was für Bordzwecke sehr wesentlich ist. Die Eichung des Instrumentes erfolgt empirisch, indem man mittels zweier Mikrophone in bekanntem Abstand den Apparat in und außer Gang setzt. Der Einfluß der Temperatur auf den Kurzzeitmesser ist so gering, daß er für Echolotzwecke, wie Untersuchungen von *Behm* zeigen, außer Betracht gelassen werden kann. Weitere Fehlerbestimmungen ergaben einen Maximalfehler der gesamten Meßanlage von etwa 25 cm Tiefenmessung, die Angaben des Kurzzeitmessers selbst bei aufeinanderfolgenden Messungen stimmten häufig auf 0,00001 Sekunden überein[5]). Ferner ergaben Untersuchungen, daß der Kurzzeitmesser innerhalb eines Zeitraumes von 0,00044 Sekunden in und außer Gang gesetzt werden kann bei einem Maximalfehler von 0,000156 Sekunden.

Die schon erwähnte Kontrollvorrichtung (Umlegen des Hebels auf Kontrolle) dient dazu, das Vertrauen in die Angaben des Instruments zu stärken und etwaige Betriebsstörungen in der Anlage sofort aufdecken zu können. Durch die Kontrolle wird ein dem Kurzzeitmesser ähnlicher Apparat in Gang gesetzt, bei dem eine umlaufende Scheibe jedoch nicht Spiegel verdreht, sondern auf ihrem Wege zwei Kontakte nacheinander öffnet und so eine bestimmte Zeitstrecke mißt. Der Lichtzeiger ist bei Betätigung der Kontrolle stets grün und muß auf den grünen Kontrollstrich fallen, die grüne Farbe des Lichtzeigers verhindert eine Verwechselung mit der Lotung. Eine Störung durch Ausfallen der Bremse bei unrichtiger Bedienung wird durch eine rote Farbe des Lichtzeigers kenntlich gemacht.

Der Kurzzeitmesser ist im allgemeinen nicht sehr empfindlich gegen Änderungen der Batteriespannung, da die Triebkraft des Kurzzeitmessers mechanisch erzeugt und auch die Bremsung mechanisch bewirkt wird. Ist eine starke Erschöpfung der Batterie eingetreten, so wird der grüne Lichtzeiger bei Betätigung der Kontrolle nicht auf den grünen Kontrollstrich springen. Durch Verdrehung eines Regulierwiderstandes ist es möglich, die Batteriespannung in ihrer Einwirkung auf das Instrument zu ändern, was ohne besondere Hilfsmittel und Spezialkenntnisse an Bord geschehen kann.

Schlußbemerkungen.

Die Fehlerquellen der Echolotmethode hat *H. Maurer* einer Prüfung unterzogen[6]). Wenn der Meeresgrund nicht eben ist, so liegt nach *Maurer* theoretisch die Möglichkeit vor, daß das Echolot eine etwas zu große Tiefe anzeigt, weil der Reflexionspunkt nicht genau unter der Schiffsmitte zu liegen braucht. „Für jedes Echolot erscheinen als Flächen gleicher Tiefe nicht Horizontalebenen, sondern Ellipsoide, die bei kleinen Tiefen ziemlich starke Krümmung aufweisen können." Für die Praxis dürften die Einwände *Maurers* ohne Belang sein, namentlich wenn man in Betracht zieht, daß ein Lotwurf bei unruhigem Relief auch nicht die flachste Stelle seitlich der Schiffsmitte anzeigen wird. Wegen des Einflusses der Temperatur und des Salzgehalts des Meerwassers auf die Schallgeschwindigkeit empfiehlt *Maurer*, die Skala des Echolots zur Erhöhung der Sicherheit für kaltes, süßes Wasser zu eichen, da die Schallgeschwindigkeit mit wachsender Temperatur und wachsendem Salzgehalt zunimmt.

Während die Verwendbarkeit des Behm-Echolots für geringe Tiefen schon erprobt ist, liegen noch keine Erfahrungen über seine Verwendung als Tiefseelot vor. Wie *Behm* ausführt, kommt hierfür die photographisch registrierende Methode in Frage, bei der der Schallabgang und das Echo gleichzeitig mit den Schwingungen einer Stimmgabel photographisch aufgezeichnet werden. Erweist sich die Messung der großen Meerestiefen durch das Behm-Echolot als durchführbar, was nach Ausführung von Versuchen anzunehmen ist, so eröffnen sich vielversprechende Ausblicke für die Erforschung des Reliefs der Tiefsee. Einerseits ist die Ausführung von Tiefseelotungen auf jedem Handelsdampfer ohne Zeitverlust möglich, anderseits ist man in der Lage, die Lotungen bedeutend enger zu legen, was bislang durch die lange Dauer von Einzellotungen mittels Klavierseitendraht verhindert wurde.

---

[5]) Vgl. hierzu auch den Aufsatz von *E. Schreiber*. Über einige Versuchsergebnisse mit dem Anschütz-Echolot. Ann. d. Hydr. usw. 1922, S. 46.

[6]) Das Echolot. Marine-Rundschau 1922, S. 348 bis 356.

Zum Schluß sei noch einmal auf den Hauptvorzug des Behm-Echolotes hingewiesen: Es ist kein kompliziertes Instrument, sondern einfach in der Konstruktion und einfach in der Bedienung, so daß das Problem als praktisch gelöst bezeichnet werden kann.

Besprechungen.

Marzell, Heinrich, Unsere Heilpflanzen und ihre Stellung in der Volkskunde. Ethnobotanische Streifzüge. Freiburg im Breisgau, Theodor Fisher, 1922. XXVIII, 240 S. und 38 Abbildungen.

Da ausländische Pflanzendrogen fast unerschwinglich geworden sind, werden notgedrungen Ärzte und Laien wieder mehr den einheimischen Heilpflanzen und ihrer Kultur Interesse zuwenden müssen. Während es nicht an Schriften über deren Heilkräfte fehlt — auch von Unberufenen —, sind die Forschungen über ihre *Geschichte* und die Rolle, die sie im *Volksglauben* und im *Volksleben* spielen, sehr vernachlässigt worden. Die Kenntnis der geringen Zahl wissenschaftlicher Werke über die *Geschichte* der Heilpflanzen (*Flückiger, Tschirch* u. a.) blieb auf den engen Kreis der Fachgelehrten beschränkt, ohne ins Volk zu dringen. Ganz veraltete, oft abgeschriebene Angaben, „Nachweise" unserer Heilpflanzen in den Schriften der Antike und des Mittelalters beruhen auf ungenauen oder falschen Zitaten in den volkstümlichen Schriften. Falsche Übersetzungen, Benutzung uralter Ausgaben, natürlich ohne die neuen Lesarten, beweisen, daß den historischen Notizen nicht die erste Quelle zugrunde liegt, sondern daß sie einfach aus zweiter oder dritter abgeschrieben sind.

Noch schlimmer ist es um die Zuverlässigkeit der volkskundlichen (folkloristischen) und kulturhistorischen Aufgaben, also um den Aberglauben und die Volksmeinungen bestellt. Alle solche an sich sehr wertvollen Beziehungen unserer Heilpflanzen zur Sitte, Sage, zum Glauben und Brauch des Volkes sind wissenschaftlich wertlos ohne genauere Bezeichnung der Quellen.

Diesen Mängeln will das vorliegende Buch abhelfen. Mit einem staunenswerten Aufwand von Literaturstudium, mit einem fast „pedantischen" Fleiß wird jede Angabe durch unmittelbares Schöpfen aus der Quelle belegt und einer strengen wissenschaftlichen Kritik unterzogen. Häufige wörtliche Zitate aus diesen Quellenwerken erhöhen den Wert dieser mühsamen „Durchstöberung" und machen das Werk zu einer unerschöpflichen Fundgrube für den Mediziner und Botaniker, hauptsächlich aber für den Ethnologen und Folkloristen. Vollständig neues entsprang der unmittelbaren Nachspürung im Volke auf mündlichem oder schriftlichem Wege.

Das Werk ist in erster Linie doch vom geschichtlich-volkskundlichen Standpunkte geschrieben, weniger im Sinne gar der *modernen* Medizin, was sich schon sehr rasch ergibt durch die Lektüre der Liste der abgehandelten Pflanzen, die medizinischerseits überwiegend die Bezeichnung „obsolet" in bezug auf heutige wissenschaftliche Verwendung zuerkannt erhalten werden; ob immer mit Recht, bleibe dahingestellt. Denn wer will mit absoluter Sicherheit sagen, daß eine genaue wissenschaftliche Darstellung der wirksamen Prinzipien und ihrer experimentellen Prüfung auch aus diesen Stiefkindern der fortgeschrittenen, neuzeitlichen Medizin nicht vielleicht ungeahnte Schätze heben könnte, die in den Volksmeinungen und -anwendungen schon Jahrhunderte lang antizipiert wurden, von der wissenschaftlichen Forschung bisher aber vernachlässigt und deshalb nicht anerkannt oder direkt abgelehnt waren? — —

Die *Abbildungen* sind den Werken entnommen, die für die *geschichtliche Entwicklung der Pflanzenabbildung* von Bedeutung sind, meist aus dem 6. sowie aus dem 15. und 16. Jahrhundert. Der Leiter des Leipziger Institutes für Geschichte der Medizin, Geheimrat *Sudhoff*, unterstützte das Werk mit Rat und Tat, der *Tauchnitzverlag* und die *Münchener Staatsbibliothek* gestatteten den Abdruck mancher Bilder aus ihren Werken.

Aufsätze über einzelne der abgehandelten Pflanzen waren von dem Verfasser schon früher in etwas anderer Form in „Heil- und Gewürzpflanzen" (München, J. F. Lehmann), in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" (Jena, Gustav Fischer) und in „Bayer. Hefte f. Volkskunde (München, 8. Jahrg., 1921) veröffentlicht worden.

Sehr wertvoll ist das zwischen „Vorwort" und „Einleitung" eingeschobene, ca. vier Druckseiten umfassende Literaturverzeichnis, das aber nur die häufiger benutzten Werke enthält, während die anderen im Texte jedesmal als Fußnoten angeführt sind.

In der „Einleitung" betont der Autor zunächst, daß die Anfänge einer Geschichte der Botanik überhaupt gleichbedeutend sind mit der ältesten Geschichte der Heil- und Nutzpflanzen; denn die Kenntnis des Baues, der Lebensbedingungen und physiologischen Wirkungen der Pflanzen dämmerten dem primitiven Menschen auf bei dem Suchen nach Nahrungs- und Heilmitteln. Daran schloß sich wohl ihr kultischer Gebrauch. Den Heil- und Nutzpflanzen wurde wohl auch zuerst der Charakter belebter Wesen zuerkannt („Animismus"), womit dem Aberglauben Tür und Tor geöffnet war. *„Daher ist eine geschichtliche Betrachtung unserer Heilpflanzen nicht wohl zu trennen von der Erörterung ihrer Rolle in der Volkskunde."*

Als „Quellen" bei diesem Studium dienen zunächst Funde von Pflanzenteilen in vorgeschichtlichen oder alten menschlichen Niederlassungen (Pfahlbauten, Gräber usw.), bei deren Benutzung aber große Kritik walten muß. Dann folgen die literarischen Quellen. Die ältesten gehen unter dem Namen *Hippokrates*, dessen „Corpus Hippocraticum" aber sicher mehrere Ärzte des 5. und 4. Jahrhunderts vor Chr. zu Verfassern hat. Hier sind die mehr als 200 aufgeführten Heilpflanzen noch nicht botanisch charakterisiert. Dies ist aber der Fall mit der im 3. Jahrhundert v. Chr. abgefaßten „Pflanzengeschichte" des *Theophrastus*, und diese kann daher in gewissem Sinne als das erste „wissenschaftliche" Werk über Pflanzen betrachtet werden. Neben ganz brauchbaren Diagnosen und Beobachtungen herrscht bei *Th.* aber noch viel Aberglaube und ungereimtes Zeug. Dagegen ist die im Pergamentcodex (Codex Constantinopolitanus) uns überlieferte „Arzneimittellehre" des *Dioscurides* schon mit erkennbaren Abbildungen versehen; manchmal allerdings handelt es sich um reine Phantasiegebilde. Sie mit unseren mitteleuropäischen Pflanzen in jedem Fall identifizieren zu wollen, ist eiteles Bemühen, weil sich diese „Arzneimittellehre" überwiegend auf spezifisch griechische und kleinasiatische Pflanzen gründet, die eben bei uns gar nicht vorkommen. Das Werk mit seinen ca. 600 Pflanzen stand im ganzen Mittelalter in hohem Ansehen. Die alten „Kräuterbücher" sind oft nur Kommentare des *Dioscurides*, und aus

ihnen wieder ging vieles, auch heute noch erhaltene, ins Volk über. Das hohe Ansehen ist deshalb in gewissem Grade berechtigt, weil D. seine Quellen sicher nur mit einer gewissen Kritik gebrauchte, und seine Ausführungen zum Teil die Früchte eigener Beobachtungen sind.

Die *Römer* haben keinen ebenbürtigen botanischen Schriftsteller, doch enthalten auch ihre naturwissenschaftlichen und medizinischen Schriften manches Wertvolle zur Geschichte unserer Heilpflanzen, so diejenigen der „Agrarschriftsteller", wie *Cato major, Marcus Terentius Varro, Junius Moderatus Columella* und *Pailadius*. Den bedeutendsten Einfluß auf spätere Zeiten übte die „Naturgeschichte" des *C. Plinius* Sec. aus, besonders wegen der von ihm benutzten reichhaltigen, uns aber verloren gegangenen „Quellen", die er großenteils mit dem gleichzeitig lebenden *Dioscurides*, aber unabhängig von ihm, ausschöpfte. Obwohl die ca. 1000 Pliniusschen Pflanzennamen auch heute noch vorhanden sind, sind sie doch nicht von identischer Bedeutung mit den gleichen der heutigen botanischen Systematik. Diese Differenz rührt auch wieder von dem falschen Streben der älteren Botaniker her, alle mitteleuropäischen Pflanzen schon bei *Plinius* finden zu wollen. Etwas vor *Plinius* erschien ein ebenfalls ergiebiges Werk des *Aulus Cornelius Celsus* über „die Heilkunde".

Die *gallische* Volksmedizin vermittelt uns *Marcellus Empiricus* (um 400 n. Chr.) in seinem Werk „De medicamentis", welches besondere Bedeutung für die *Sprachforschung* (gallische und keltische Pflanzennamen aus dem Volksmunde) hat. Mehr encyklopädisch-lexikalisch sind die „Origines" des *Isidorus* (Ende des 6. Jahrhunderts). Obwohl seine „Etymologien" heute meist naiv anmuten und als unrichtig bezeichnet werden können, genossen im Mittelalter seine Schriften hohes Ansehen.

Auch die *arabischen* Ärzte im Mittelalter erhielten die antiken Überlieferungen, waren aber auch selbständige Forscher.

Im *deutschen Mittelalter* steht an der Spitze das „Capitulare de villis" *Karls des Großen* oder *Ludwigs des Frommen* (Domänenordnung von 812). In Kapitel 75 sind ca. 90 Pflanzen aufgezählt, die in den kaiserlichen Hofgütern gepflanzt werden sollten, darunter viele Heilkräuter, die auch heute noch in unseren Bauerngärten vorkommen. Zuerst waren sie wohl aus den kaiserlichen Gütern in die Klostergärten gekommen. Besonders der Abt von Reichenau am Bodensee *Walafridus Strabo* (847) behandelte aus der Liste des „Capituiare" 23 Pflanzen, größtenteils Heilkräuter, in einem lateinischen Lehrgedicht über den Gartenbau („Hortulus"), wie denn überhaupt die Mönche, besonders die Benediktiner, viel für die Verbreitung und den Anbau der Heilpflanzen, die sie auch aus dem Süden mitbrachten, taten.

Eine ganz besondere Bedeutung unter den botanisch-medizinischen Schriften des Mittelalters nimmt die „Physica" der hl. *Hildegard* (gest. 1179 als Äbtissin auf dem Rupertsberg bei Bingen) ein, nach *E. S. Wasmann* nicht nur „das älteste naturwissenschaftliche Dokument über Fauna und Flora des Nahegaus im 12. Jahrhundert durch die zahlreichen deutschen Tier- und Pflanzennamen; sie ist ferner nicht bloß ein interessantes Denkmal der von *Hildegard* gesammelten naturwissenschaftlichen Volkstradition jener Zeit; sie enthält auch ein offenkundiges Streben nach selbständiger Naturbeobachtung und unmittelbarer, auf eigener Anschauung beruhender biologischer Charakteristik der Naturobjekte".

In Anlehnung an den arabischen Arzt *Avicenna* (Canon medicinae) schrieb im folgenden Jahrhundert der Bischof von Regensburg, der frühere Dominikanermönch *Albertus Magnus* seine 7 Bücher „De Vegetabilibus", die aber auch manches Eigene, auf Reisen beobachtete enthalten. Sein Schüler, ebenfalls Dominikaner, *Thomas Cantimpratensis*, der das Werk „Liber de natura rerum" verfaßte, diente dem Regensburger Kanonikus *Konrad von Megenberg* als Hauptquelle für die *erste Naturgeschichte in deutscher Sprache:* „Das Buch der Natur" (Mitte des 14. Jahrhunderts). Es wurde in den beiden folgenden Jahrhunderten öfter gedruckt, geht aber überwiegend auf die Antike zurück.

In *Frankreich* wurde ungefähr zur gleichen Zeit eine Salernitaner „Simplicienkunde" des 12. Jahrhunderts von *Platearius* unter Hinzufügung neuer Pflanzenabbildungen gedruckt, der ersten wirklich nach der Natur gezeichneten, wissenschaftlichen Pflanzenbilder seit *Dioscurides* (bzw. *Krateuas*), welche in viele folgende Druckwerke übergingen, auch in ein anderes Volksbuch des 15. und 16. Jahrhunderts, den „*Gart der Gesuntheit*" (1485 bei Peter Schöffer in Mainz), der auch den einheimischen Heilpflanzen seine Aufmerksamkeit schenkt. Ähnlich sind die ungefähr gleichzeitig lateinisch, deutsch oder niederländisch gedruckten „Kräuterbücher" (Herbarius oder Hortus Sanitatis).

Zu Beginn der *Neuzeit* fängt man an, in Erhebung über das Buchwissen die Pflanzen *in der freien Natur* anzusehen, zu beschreiben und durch Holzschnitte *nach der Natur* abzubilden, wenn auch nicht immer mit vollem Gelingen, so doch häufig mit überraschender Naturtreue und Schönheit. Die dicken Kräuterbücher (erste Hälfte des 16. bis in das 18. Jahrhundert) der drei sogenannten „Väter der deutschen Botanik": *Brunfels, Bock* und *Fuchs*, erschienen in zahlreichen Ausgaben, die man noch heute besonders auf dem Lande bei Kurpfuschern vorfindet, und die auch manchem heute noch dem Volk auf Jahrmärkten und Kirchweihen aufgeschwatzten Kräuterbüchlein zum Vorbild dienten. Besonders berühmt war das deutsch erschienene „Contrafayt Kreuterbuch" (1532—37) des *Otto Brunfels* mit z. T. sehr naturgetreuen Abbildungen. Botanisch noch höher steht das Kräuterbuch des *Hieronymus Bock* (1546), der wohl alle beschriebenen Pflanzen selbst sah und deren Fundorte auch angibt, in seiner treuherzigen und gegen abergläubische Bräuche oft energisch wetternden Schreibart höchst originell. Auch das „New Kreuterbuch" (1543) von *Leonhard Fuchs* enthält treffliche Holzschnitte.

Der gleichzeitig lebende *Italiener Matthioli* schrieb einen Kommentar zu den Schriften des *Dioscurides*, das als „New Kräuterbuch" in deutscher Übersetzung 1563 erschien. Ihm folgte etwas später das des *Jakob Theodor Tabernaemontanus*, dessen spätere Auflagen *Kaspar Bauhin* besorgte, das reichhaltigste und am meisten illustrierte Kräuterbuch.

Bezüglich des *Volksglaubens*, seiner *Sitten* und *Gebräuche* gegenüber den Heilpflanzen dienen die gleichen Quellen. Bei *Theophrast* und *Plinius*, weniger bei *Dioscurides*, findet man Bemerkungen über Volksaberglauben. *Jacob Grimm* rechnet dem *Plinius* gerade diese folkloristischen Abschweifungen hoch an mit ihrem eigenen Reiz gegenüber dem „trockenen Ernst unserer heutigen Naturforscher, die keinen Blick auf den Brauch der Heimat verwenden" (!Ref.). *Marcellus Empiricus* gibt viel über Sympathiemittel, Pflanzenbeschwörungen usw. Der Aberglauben in den mittelalterlichen Schriften geht wie alles andere meist auf die

antiken Schriften zurück. Bei *Albertus Magnus, Konrad von Megenberg*, besonders aber bei *Brunfels, Bock* und *Fuchs* wird vieles als „heidnischer Aberglaube" scharf kritisiert. Besonders reich an abergläubischen Meinungen sind zwei *angelsächsische* Arzneibücher aus dem 10. oder 11. Jahrhundert.

Die Anregungen der Gebrüder *Grimm* in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatten eine nicht mehr übersehbare Fülle von Veröffentlichungen volkskundlicher, ethnologischer, kulturhistorischer und sprachwissenschaftlicher Art in zahlreichen Einzelwerken und Zeitschriften zur Folge, die auch vieles über die Heilpflanzen enthalten. Wenn aber der Sammler dieser Volksbräuche usw. nicht gleichzeitig Botaniker war, liefen naturgemäß viel Verwechselungen mit unter, weshalb große Vorsicht bei Benutzung dieser „Quellen" am Platze ist. So fehlt es auch manchen Werken „volkskundlicher" Botanik der letzten Jahrzehnte an der nötigen Kritik und dem Studium der ersten Quellen.

Besondere Beachtung schenkte der Verfasser den oft sehr treffenden, echt volkstümlichen Pflanzen*namen*.

Nach dieser *allgemeinen*, einleitenden, *historischen* Grundlage folgt nun der *spezielle Teil*, in dem 83 systematisch geordnete „Heilpflanzen" der Reihe nach abgehandelt werden. Es ist im Rahmen eines Referates unmöglich, der Fülle der dabei zusammengetragenen Einzeltatsachen gerecht zu werden. Man kommt aus dem Erstaunen bei der Lektüre nicht heraus, aber nicht nur über den Bienenfleiß beim Zusammentragen des Materials, sondern in fast ebenso hohem Maße über die bodenlose Kritiklosigkeit, die oft rührende Naivität, um nicht zu sagen Dummheit und Leichtgläubigkeit des Volkes. Man mag noch so viel über Hexen- und Wunderglauben gelesen und gehört haben, man mag die Zeiten der Hexenprozesse, der Pestepidemien, der Viehseuchen kennen, die Reichhaltigkeit und Abwechselung besonders bei der Ausübung der abwehrenden Bräuche, ihrer detaillierten Regeln, ihre Fixierung an bestimmte Jahreszeiten, Tage, Tageszeiten, Sonnen- und Mondphasen, der Körperstellen, an denen die abwehrenden oder anlockenden Kräuterteile getragen werden müssen, deren Zahl, die Zeit ihrer Entnahme von der lebenden Pflanze, findet keine Grenzen. Daß dabei der Humor nicht zu kurz kommt, zumal bei der erotischen Folklore, dafür hat das „Volk" reichlich gesorgt und der Autor durch seinen Sammelfleiß nicht weniger.

Ich gebe nun noch als Beispiel des speziellen Teils im Auszug eine der allgemeiner bekannten Pflanzen, den *Wacholder* (Juniperus communis), der sechs Druckseiten füllt. Zunächst weist *Marzell* die Annahme zurück, daß Elias (3. Könige 19, 4 f.) unter dem Schatten eines „Wacholderstrauches" nach Luthers Übersetzung ausruhte. Der „rothem" der Hebräer und der „retem" der Araber ist ein ginsterähnlicher Strauch: Retema roetam (Forskul), der auch besonders gut glühende und dauerhafte Kohlen lieferte, womit der Psalmist die verzehrende Glut der Lästerzungen vergleicht. Der griechische ἄρκευθος, κέδρος und ὀξύκεδρος entspricht auch nicht unserer Pflanze, sondern südlichen Wacholderarten, z. B. Juniperus Oxycedrus, phoenicea und excelsa. Deren Rauch vertreibt nach *Dioscurides* die wilden Tiere, eine auch in mittelalterlichen Schriften ganz allgemein dem „Wacholder" zugeschriebene, wohl schon als antidämonisch aufzufassende Wirkung. Er hebt auch die heute noch in der Volksmedizin hochgepriesenen *diuretischen* Wirkungen schon hervor. *Marzell* glaubt nicht, daß diese Anwendung einfach aus der Antike übernommen ist, sondern daß die Bewohner diesen in Mittel- und Nordeuropa so häufigen Strauch auf seine Heilkräfte untersucht und dabei auch auf germanischem Boden die fäulniswidrige Wirkung der im Wacholder enthaltenen Terpene (Pinen, Kadinen) und die Anregung der Urinausscheidung erkannt haben. Die erstere Eigenschaft erklärt auch den Gebrauch der Wacholderbeeren, sowie die Räucherungen mit denselben als Prophylacticum gegen pestartige Epidemien. Von der Hochschätzung des Wacholders zeugt *Bocks* Ausruf: „In summa die würckung und tugent des Weckholterbaums seind zu beschreiben nit wol möglich". Öfter wird er mit der Bibernelle (Pimpinella Saxifraga und magna) zusammen empfohlen. Während des Wütens einer großen „Pest" im Salzburgischen sang eines Tages auf einem Baume ein Vogel: „Eßt's Kranawit (Wacholder) und Bibernell, dann sterbt ihr nit so schnell!" Nun war die Macht der Pest gebrochen. In Steiermark gilt er als das beste Vorbeugungsmittel gegen Blattern, man kaut und ißt die Beeren, trinkt einen Absud derselben und räuchert damit Zimmer und Hausflur. In Rheinhessen räucherte man noch zur Jugendzeit des Referenten in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts nach jedem Todesfall die Wohnung mit Wacholderbeeren ohne Rücksicht auf die Todesursache, und in Norwegen fand Ref. noch 1909 die ländlich einfachen Aborte mitten im Lande im Drivatal mit Wacholderzweigen drapiert, wohl aus desodorisierenden oder auch aus antiseptischen, kaum nur aus rein ästhetischen Gründen.

Die Verehrung auf germanischem Boden, in Steiermark und ähnlich in der Schweiz ergibt sich aus dem Satz: „Vor einem Kranawetstrauch soll man den Hut abnehmen, vor einem Hollerboschen (Hollunder) aber niederknieen". Sie greift bis auf die Zeit der Pfahlbauten zurück, in denen er gefunden wurde. Auch die Zwerge kennen seine Kraft, worauf manche abergläubischen Aussprüche und Erzählungen hinweisen. Diese gründen sich vielfach auf das „Kreuz" auf den Beeren, der Verwachsungsstelle der schuppenförmigen Fruchtblätter, was nach einer Legende der Esthen daher rührt, daß Christus von einem Wacholderstrauch in den Himmel aufgefahren sein soll.

Eine norwegische Besegnungsformel beginnt:

„Ich esse Wacholderbeer blau
Mit Jesu Kreuz zur Schau".

Durch dieses Kreuz hält der Wacholder die bösen Geister ab und treibt sie bei den Besessenen aus. Das Grimmsche Märchen vom „Machandelboom" zeigt auch seine legendäre Kraft.

Unzählig sind die „Beweise" der antidämonischen Kraft der Pflanze. In Esthland glaubt man, daß das Kreuz Christi aus Wacholderholz gemacht war, weshalb man mit einem Wacholderknüttel den Teufel erschlagen könne. Der Strauch soll nach italienischer Version die Madonna auf der Flucht aufgenommen haben. Das Ausräuchern der Viehställe mit Wacholder im Allgäu bietet Schutz gegen das Verhexen des Viehes, ähnlich in Böhmen und Mittelfranken. Wenn sich die Milch nicht zu Butter ausrühren läßt, so nimmt man einen Rührstecken aus Wacholderholz, dann hört die Verhexung auf. Wenn im Oberamt Freudenstadt der Bauer vor der Aussaat die Hände an einem Wacholderstrauch reibt, so bleibt der Acker frei von Unkraut usw. usw. Wacholder am Hut getragen schützt nach den Meinungen besonders der Gebirgsbewohner vor Ermüdung und vor „Wolf" (Wundlaufen).

Als Sympathiemittel soll er den Dieb wieder zur

Rückgabe des gestohlenen Gutes veranlassen, was besonders bei *Albertus Magnus* in seinen „Egyptischen Geheimnissen" mit allerlei Hokuspokus verbrämt sehr überzeugend geschildert wird. Besonders der letztere wird auch im Aargau bei der Anwendung des Wacholder gegen Warzen kräftig in Anspruch genommen usw.

Der Name hat mit „Holder" (Holunder) nichts zu tun und muß Wacholder (ohne h) geschrieben werden. Althochdeutsch: wechalter, wecholter mit dem Baumsuffix „ter" (cf. Affolter = Apfelbaum). Alemannisch: „Wech(a)lter", „Wecklter". Der Stamm „wehhal" bedeutet „wachen" = der wache, frische und immergrüne Strauch. Elsässisch: Queckholder (ahd. quec = lebendig, frisch, vgl. Quecksilber, erquicken, Quickborn = Quelle). Schweizerisch: Reckholder, Räukholter (räuchern). Niederdeutsch: Machandel, Macholder. Bayerisch-österreichisch: Kranewett, Kranewitter, vgl. Krammetsvogel (mhd. Kranewitvogel = Wacholderdrossel). Niederdeutsch: Enbärenstruk, Eenbernboom, mit Juniperus zusammenhängend. Englisch: juniper (tree), also kein Volksnamen. Kaddig (preußisch) stammt aus dem Shawischen (lettisch Kadikis), esthländisch Kadajas von kaditi = räuchern).

Das fast vollständige Zurücktreten der eigentlich wissenschaftlich festgestellten und evtl. heute noch gültigen Heilwirkung ist gegenüber der folkloristischen, einschließlich sprachwissenschaftlichen Seite eklatant, *aber im Plane des Werkes begründet.* Von allen aufgezählten Pflanzen ist heute zweifellos die *Digitalis purpurea* am wichtigsten. Mit 1½ Druckseiten einschließlich des Raumes für die Abbildung aus dem New Kreuterbuch von *Fuchs* muß sie sich fast mit dem geringsten Raum begnügen und ihre heutige weittragende Bedeutung ist mit dem Satze erledigt: „Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts kam Digit. purpur. mehr in Aufnahme, und heutzutage sind die Blätter eines der wichtigsten Herzmittel".

Ich glaube, das ausführlich referierte Beispiel wird mein Urteil über das Buch bestätigen. Es ist in der heutigen Zeit der Oberflächlichkeit ein neuer Beweis dafür, daß die echt deutsche Gründlichkeit in den Gelehrtenkreisen noch nicht im Aussterben ist, und daß selbst die große Notlage der Wissenschaft nicht imstande war, den Idealismus und die Hingabe ihrer Träger an die noch so schwierige und vielleicht keinen materiellen Erfolg versprechenden Aufgabe zu zerstören. *Karl Touton, Wiesbaden.*

Miehe, H., Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen. 70 Abbildungen. Durchgesehener Neudruck. 142 S. Sammlung Göschen. Berlin und Leipzig, Vereinigung wissenschaftl. Verleger, 1921.

Böhmig, L., Die Zelle (Morphologie und Vermehrung). 73 Abbildungen, 138 S., ebenda 1920.

Pilger, R., Die Stämme des Pflanzenreichs. 23 Abbildungen, 119 S., 2. Aufl., ebenda. 1921.

Gothan, W., Paläobotanik. 28 Abbildungen. 142 S., ebenda 1920.

Vageler, P., Bodenkunde. 1 Abbildung. 104 S. 2. Aufl., ebenda 1921.

Nienburg, W., Pilze und Flechten. 88 Abbildungen. 120 S. Aus Natur- und Geisteswelt. Berlin und Leipzig, B. G. Teubner, 1921.

Bei dem gewaltigen Emporschnellen der Bücherpreise wird mancher Leser auf die Anschaffung größerer Lehr- und Handbücher Verzicht leisten und zu kleineren zusammenfassenden Darstellungen greifen, wie sie in gleicher Weise durch die Sammlung Göschen und die Sammlung „Aus Natur- und Geisteswelt" geboten werden. Deswegen sei hier ganz kurz auf einige Neuerscheinungen hingewiesen, die das Gebiet der Botanik behandeln oder streifen. Das Bändchen von *Miehe* gibt in 2 besonderen Abschnitten einen Überblick über die Zellenlehre und die Gewebelehre der Pflanzen. Die Darstellung ist sehr geschickt und wird belebt durch eine große Fülle instruktiver, sauberer Figuren, so daß das Büchlein angelegentlichst empfohlen werden kann. In gewissem Sinne eine Ergänzung bildet „Die Zelle" von *Böhmig.* Das Bändchen wendet sich in erster Linie an den Zoologen, da und dort ist auch Botanisches eingestreut und manche allgemeinen Dinge — Kernteilung, Plasmastruktur usw. — interessieren ja den Zoologen und den Botaniker in gleicher Weise; desgleichen der Aufbau einzelliger niedriger Organismen, die an der Grenze von Pflanzen- und Tierreich stehen. „Die Stämme des Pflanzenreiches" von *Pilger* geben einen gedrängten Überblick über die verschiedenen Klassen des Pflanzensystems. Natürlich können nur die großen Gesichtspunkte herausgearbeitet werden, für Einzelheiten ist kein Platz. Der Verfasser bezeichnet es in der Einleitung als sein Ziel, „den Stufenfolgen der Entwicklung, die etwa den Wegen der Phylogenie im Pflanzenreich entsprechen, nachzugehen, so viel und so wenig dies nach dem Stande unseres heutigen Wissens möglich ist". Es liegt in der Natur der Sache, daß dabei häufig auf fossile Pflanzen zurückgegriffen wird. Denn die Paläobotanik hat in den letzten Jahrzehnten eine ganze Reihe wichtiger Verbindungsglieder geliefert. So ist es zu begrüßen, daß auch dieser Zweig botanischer Forschung durch die berufene Feder *Gothans* eine Bearbeitung erfahren hat. Nach einigen einleitenden Bemerkungen über den Erhaltungszustand fossiler Pflanzen werden in systematischer Reihenfolge die wichtigsten Formen angeführt, und besonders eingehend werden diejenigen Typen behandelt, welche die Kluft zwischen Pteridophyten und Gymnospermen und zwischen Gymnospermen und Angiospermen überbrücken: die Cycadofilices und die Bennettiteae. In den Schlußbetrachtungen berührt dann *Gothan* einige allgemeinere Fragen wie Klimacharakter und pflanzengeographische Provinzen in früheren Erdperioden. Anhangsweise sei hier auch die „Bodenkunde" von *Vageler* erwähnt. Die Berührungspunkte zwischen Botanik und Bodenkunde sind ja recht mannigfaltiger Natur. Erstens gibt es eine ganze Reihe von Pflanzenformationen, die bodenbildend wirken, zweitens üben sowohl Pilze wie auch Bakterien tiefgreifende Umsetzungen im Boden aus, und drittens ist von der Beschaffenheit des Untergrunds der gesamte Vegetationscharakter in hohem Maße abhängig. Alle diese Dinge kommen in dem Bändchen von *Vageler* zur Sprache. Das erste Kapitel behandelt die Entstehung der Böden, das zweite die gesetzmäßige Verteilung der Böden der Erde, das dritte die Ergebnisse der wissenschaftlichen Bodenuntersuchung (Wasserhaushalt, Lufthaushalt, Wärmehaushalt, biologische Prozesse usw.), das Schlußkapitel endlich die Klassifikation der Böden in der landwirtschaftlichen Praxis. — An diese Bändchen aus der Sammlung Göschen sei noch ein solches aus der Kollektion „Aus Natur- und Geisteswelt" angereiht: „Pilze und Flechten" von *W. Nienburg.* Wie einleitend bemerkt wird, soll das Büchlein einen größeren Zyklus eröffnen, der das Gesamtgebiet der Botanik in allgemeinverständlicher Form behandelt. Im Vordergrund der Darstellung stehen Morphologie und Entwicklungsgeschichte. An zahlreichen Stellen kann der Verfasser aus eigenen Erfahrungen schöpfen.

Neben den rein wissenschaftlichen Ausführungen kommt auch die Praxis zu Wort (alkoholische Gärung, Pflanzenkrankheiten, Schädlingsbekämpfung usw.). Der Wert des Bändchens, das allenthalben auf die neuesten Erfahrungen Rücksicht nimmt, wird noch ganz wesentlich gesteigert durch die reiche Ausstattung an Figuren. *P. Stark, Freiburg i. Br.*

Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt. III. Band. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1922. XII, 552 S., 10 farbige Tafeln, 18 meist doppelseitige schwarze Tafeln und 278 Textabbildungen. 18 × 26 cm.

Die Ungunst der Zeitverhältnisse hat es mit sich gebracht, daß der von allen Kennern und Freunden des schönen Werkes mit Ungeduld erwartete Schlußband erst jetzt erscheinen konnte. Er enthält den Abschluß der Bearbeitung der dikotylen Blütenpflanzen von den Myrtales bis zu den Compositen und die gesamten Monokotyledonen. Wie in den vorigen Bänden, so hat Verf. es auch in dem vorliegenden verstanden, den an sich etwas trockenen und spröden Stoff der systematischen Übersicht durch seine vorzügliche Darstellungsart und durch die Berücksichtigung zahlreicher morphologischer, biologischer und pflanzengeographischer Einzelheiten zu beleben und dem Belehrung suchenden Leser nahe zu bringen, wozu auch das überaus reiche und hervorragend schöne Material an teils schwarzen, teils farbigen Abbildungen wesentlich beiträgt. Es liegt in der Natur der Sache, daß ein solches Buch in erster Linie als Nachschlagewerk und weniger zu zusammenhängender Lektüre geeignet ist; als solches aber erfüllt es durch seinen reichhaltigen Inhalt seinen Zweck in ausgezeichneter Weise und stellt als Seitenstück zu den im gleichen Verlage erschienenen Neuausgaben des Kernerschen Pflanzenlebens und des Brehmschen Tierlebens eine in ihrer Weise ebenso klassische und dankenswerte Bereicherung der Literatur dar.

W. Wangerin, Danzig-Langfuhr.

Engler, A., Das Pflanzenreich (Regni vegetabilis conspectus), im Auftrage der Preußischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Heft 81: *Euphorbiaceae-Phyllanthoideae-Phyllantheae*, 349 S. und 138 Einzelbilder in 26 Fig. von *F. Pax* und *Käthe Hoffmann*. Leipzig, W. Engelmann, 1922.

Von der großen Formenfülle der Euphorbiaceen oder Wolfsmilchgewächse geben die wenigen Vertreter der Familie, die in der mitteleuropäischen Flora sich finden und die zum überwiegenden Teile nur der einen großen Gattung Euphorbia angehören, nur ein sehr unvollkommenes Bild. Erst in den wärmeren Regionen der Erde gelangen sie zur vollen Entfaltung und bieten hier dem Systematiker wie dem Pflanzengeographen eine Fülle von interessanten, aber auch schwierigen Problemen; soweit es sich dabei um die spezielle Systematik der Familie handelt, ist es in noch höherem Maße als der der Artenwahl nach beträchtliche Umfang einzelner großer Gattungen die ungewöhnlich große Zahl der Genera, die eine scharfe und klare Gliederung ebenso wie die Verfolgung und Darstellung der mannigfach verschlungenen Linien der phylogenetischen Entwicklung beträchtlich erschwert. Auch in dem vorliegenden neuen Heft der großen Paxschen Monographie der Familie kommen diese Verhältnisse zum Ausdruck. Es ist der Unterfamilie der Phyllanthoideae gewidmet, von denen der weitaus größte Teil der Formen sich in der Tribus der Phyllantheae zusammendrängt, so daß hier eine Aufteilung in insgesamt 16 Subtribus sich als notwendig erweist, von denen nur die Phyllanthinae und Glochidiinae in diesem Hefte noch keine Berücksichtigung finden. Von den bearbeiteten 14 Gruppen, die insgesamt 42 Gattungen umfassen, sind die Antidesminae mit 14 Gattungen die größte, auch einige große Gattungen (Baccaurea mit 61, Aporosa mit 62, Antidesma mit 146 Arten) gehören ihr an, während die übrigen meist nur eine oder einige wenige Gattungen kleineren bis mittleren Umfanges (nur Drypetes zählt 138 Arten) umfassen. Der Verbreitung nach gehören die behandelten Formenkreise in der Hauptsache den Tropen beider Hemisphären an, wobei insbesondere auch die Flora des tropischen Afrika an mehreren reich beteiligt ist; nur die Gattung Andrachne ist auch im Mittelmeergebiet vertreten, besitzt aber insgesamt ein weites Areal, das einerseits bis Ostasien, andererseits bis zum tropischen Amerika reicht und so das hohe phylogenetische Alter der Gattung erkennen läßt. Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht wohl eingegangen werden, erwähnt sei nur, daß jeder Subtribus eine kurze Zusammenfassung der allgemein-morphologischen und anatomischen Charaktere vorangestellt wird und daß die geographische Verbreitung sehr eingehend nicht nur für die einzelnen Arten, sondern auch durch zusammenfassende Übersichten für die größeren Gattungen und Subtribus zur Darstellung gelangt.

W. Wangerin, Danzig-Langfuhr.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Das Verhältnis der Eigröße zur Körpergröße des Vogels.

Im Heft 49 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift ist über eine Untersuchung *O. Heinroths* berichtet worden, der Beziehungen zwischen der Eigröße und der Körpergröße im Gewicht ausgedrückt nachgegangen ist. Trotz seiner anerkennenswerten Ergebnisse hat er doch wohl keine durchgehenden Gesetzmäßigkeiten feststellen können. Ich glaube, daß dies mit einem Bedenken zusammenhängt, das wir prinzipiell solchen Versuchen gegenüber erheben müssen.

Es handelt sich nämlich bei einem Vogelei nicht um eine reine Eizelle, sondern um eine Eizelle, dem Dotter, vom Eierstock herstammend, plus den sekundären Eihüllen, dem Eiweiß und der Schale, welche vom Eileiter erzeugt werden. Für die Bildung des Embryos kommt fast ausschließlich der Dotter in Betracht, das Eiweiß wegen seines Wasserreichtums unerheblich, die Schale gar nicht. Wenn also Beziehungen zwischen Ei- und Körpergröße bestehen, dürften sie wohl eher zwischen Dotter- und Körpergewicht zu suchen sein, während die Hüllen füglich außer acht gelassen werden können. Gestützt wird dieser Einwand durch die Tatsache, daß das Verhältnis des Dottergewichts zum Eigewicht in der Reihe der Vögel *kein konstantes* ist!

Freilich können wir dies mit keinem großen Datenmaterial belegen. Denn merkwürdigerweise haben die Ornithologen, trotz der großen Mengen von Vogeleiern, die zu Sammlungszwecken durch ihre Hände gingen, selten die Gewichte festgestellt. *Heinroth* konnte sich durch seine glückliche Entdeckung helfen, daß das Gewicht der wassergefüllten Eischale fast dem natürlichen Eigewichte gleicht. Aber für die Einzelgewichte: Dotter, Eiweiß, Schale sind wir auf die kleine Tabelle *Tarchanoffs* (Pflügers Arch. Phys. *33*, 1881, S. 303 bis 378; *Bronn* Kl. u. O. Tierr. VI, *4*, 1. Abt., S. 872) angewiesen. Ich habe daraus das Prozentverhältnis des

Dotters zum Vollgewicht des Eies berechnet und folgende Zahlen gefunden:

Cotyle riparia 18,7, Ruticilla phoenicura 20, Aedon luscinia 20, Fringilla canaria 17,6, Turdus sp. 23, Corvus corax 17, Corvus frugilegus 11,2, Columba domestica 22—23,4, Crex pratensis 33,7, Numida meleagris 37,5, Vanellus vanellus 33—33,3, Passer domesticus 14,3, Meleagris gallopavo 35,2, Anas domesticus 36,3—47,4, Anser domesticus 44,5, Gallus domesticus 29,3—32,2.

Es zeigt sich, trotz der Kleinheit der Reihe, daß das Eigewicht nichts über das Dottergewicht aussagt. Darum glaube ich, daß bei Untersuchungen, wie sie im Titel bezeichnet sind, dieses Verhalten des Dotters nicht übergangen und statt seiner das Eigewicht nicht benutzt werden kann. Das Problem wird dadurch vielleicht komplizierter, aber wie mir scheint, den natürlichen Verhältnissen näher gebracht.

Prag, den 23. Januar 1923. *Ludwig Freund.*

Über die antikatalytische Wirkung der Blausäure.

Wenn wir an die Oberfläche von Blutkohle, an der Leucin oder Oxalsäure katalytisch verbrennen, eine sehr kleine Menge Blausäure bringen, so wird die Verbrennung gehemmt, *ohne daß eine Verdrängung von Leucin oder Oxalsäure nachweisbar ist.* Das Phänomen — die *„spezifische"* Wirkung der Blausäure — ist von Interesse, weil sich die lebende Zelle in vieler Beziehung ähnlich verhält, erlischt doch die Atmung oder die photochemische Assimilation der Kohlensäure, wenn wir eine sehr kleine Blausäuremenge an die adsorbierenden Oberflächen der Zelle bringen.

Da Blausäure mit Schwermetall reagiert und da die Blutkohle Schwermetall (z. B. Kupfer und Eisen) enthält, liegt es nahe, die Wirkung der Blausäure als eine Bindung von katalytisch wirksamem Schwermetall aufzufassen. Die Richtigkeit dieser Vermutung wird, wie mir scheint, durch folgende Versuche bewiesen:

Erhitzt man „Blutkohle", ein kompliziertes Gemisch von Kohlenstoff, Salzen und anderen Stoffen, mit Salzsäure im Bombenrohr, so wird ein Teil des Schwermetalls extrahiert. Die zurückbleibende schwermetallärmere Kohle adsorbiert noch gut und ist noch imstande, Oxydationen zu katalysieren. Doch werden diese Oxydationen erheblich weniger durch Blausäure gehemmt, als an der Oberfläche der nichtextrahierten Blutkohle.

Andererseits kann man aus kristallisiertem Rohrzucker Kohle herstellen, die fast reiner Kohlenstoff und insbesondere fast frei von Schwermetall ist. Derartige Präparate adsorbieren gut und sind auch oxydationskatalytisch wirksam. Doch werden die Oxydationen an der Oberfläche dieser Kohle durch Blausäure nicht mehr spezifisch gehemmt.

Nachstehende Tabelle mag diese Verhältnisse illustrieren. Mit v_1 ist die Oxydationsgeschwindigkeit (von Leucin oder von Oxalsäure) in der blausäurefreien Kontrolle bezeichnet, mit v_2 die Oxydationsgeschwindigkeit (von Leucin oder von Oxalsäure) bei Gegenwart von Blausäure. Die adsorbierte Blausäuremenge ist in allen Fällen gemessen und gleich gefunden worden.

Je weniger Schwermetall also eine Kohle enthält, um so geringer ist die antikatalytische Wirkung der Blausäure. —

Ist nun die Katalyse durch Blutkohle eine Schwermetallkatalyse, so muß man sich fragen, wie damit die Tatsache zu vereinbaren ist, daß auch schwermetallfreie Kohle katalytisch wirkt.

Zuckerkohle, in Wasser suspendiert, bindet Sauerstoff in lockerer Form. Blutkohle besitzt diese Eigenschaft so gut wie nicht. Wird sie jedoch im Bombenrohr mit Salzsäure erhitzt, so gewinnt sie die Eigenschaft, Sauerstoff zu binden.

Tabelle.

Kohlepräparate	mg Fe : g Kohle	Leucin $\frac{v_1}{v_2}$	Oxalsäure $\frac{v_1}{v_2}$
Blutkohle	0,26	31	5
Blutkohle, mit Säure extrahiert	0,07	7	2
Zuckerkohle	0,02	1,6	1
Zuckerkohle	0,005	1,1	1

Offenbar ist in der Blutkohle — die etwa 5 % Asche enthält — der Kohlenstoff durch Salze vor Selbstoxydation geschützt. Säure in der Hitze entfernt Salze und legt damit Kohlenstoff der Blutkohle frei. Es tritt dann zu der katalytischen Wirkung des Schwermetalls eine katalytische Wirkung des Kohlenstoffs, zu einer durch Blausäure hemmbaren Wirkung eine durch Blausäure nicht hemmbare Wirkung.

Das beiden Katalysen Gemeinsame ist vermutlich nichts anderes als die *Bindung* — und damit die Aktivierung — *des molekularen Sauerstoffs*, sei es an Kohlenstoff, sei es an Schwermetall. Daß Aminosäuren gegenüber aktiviertem Sauerstoff empfindlich sind, kann man zeigen, wenn man Leucin und Wasserstoffsuperoxyd — in verdünnter wäßriger Lösung, bei schwach alkalischer Reaktion und bei Zimmertemperatur — zusammenbringt. Das Leucin wird dann unter Desamidierung zerstört. Denkt man sich also den an Kohlenstoff oder an Schwermetall gebundenen Sauerstoff in ähnlicher Weise aktiviert wie im Wasserstoffsuperoxyd, so ist das Verhalten der Aminosäuren an Kohle auf bekannte chemische Vorgänge zurückgeführt.

Berlin-Dahlem, den 2. Februar 1923.

Otto Warburg.

Zur Geschichte des optischen Glases.

Die Geschichte des optischen Glases ist in dieser Zeitschrift des öfteren von Herrn *von Rohr* behandelt worden. Allgemein zusammenfassend läßt sich sagen, daß auch auf diesem Gebiete wie auf so vielen anderen der Wissenschaft und Technik der Fortschritt immer wieder von einzelnen, in ihrer Art genialen Persönlichkeiten ausging, daß aber diese, wie es regelmäßig beim Genie der Fall ist und gewissermaßen einen Teil seines Wesens ausmacht, des zähen Fleißes und der unermüdlichen Verfolgung ihrer Ziele nicht entraten konnten. Je nachdem die Glasindustrie einzelner Industriestaaten von den neuen Gedanken befruchtet wurde, blühte die Herstellung des optischen Glases dort auf. Das muß nicht immer das Heimatland des Erfinders sein; denn, wie m. W. hier dargelegt wurde, zog infolge eines besonderen Umstandes Frankreich die Vorteile aus *Fraunhofers* Erfindungen auf glastechnischem Gebiete, wie umgekehrt z. B. das saure (sog. Thomas-) Verfahren der Herstellung von Flußeisen und Stahl von England ausging, aber in Deutschland, besonders im nunmehr verlorenen lothringisch-luxemburgischen Eisenerzbezirke die ausgedehnteste Anwendung fand. Doch genug davon.

Hier soll vielmehr in wenig Worten auf ein Hemmnis hingewiesen werden, das jahrzehntelang die Entwicklung der Herstellung optischen Glases in Großbritannien hinderte, obwohl zweifelsohne im ältesten

Industrielande der neuesten Zeit alle übrigen Vorbedingungen dafür gegeben waren, namentlich die frühe Erschließung der Steinkohlenlager, die geübte Arbeiterschaft und der hohe Stand der gewerblichen technologischen Kenntnisse. Seltsamerweise erscheint der hier zu erwähnende Umstand, soweit ich sehe, Herrn *von Rohr* unbekannt geblieben zu sein. Es verlohnt aber, darauf hinzuweisen, um so mehr, als die jüngste deutsche Steuergesetzgebung auf dem besten Wege ist, die wissenschaftliche und technologische Forschung, die ohnehin unter der Ungunst der Zeitverhältnisse ganz ungeheuerlich leidet, in ähnlicher Weise zu erschweren, allerdings in einem weit größeren Umfange, da hier viel größere und ausgedehntere Gebiete betroffen werden. Es handelt sich im Falle Großbritanniens um die Verbrauchsbesteuerung auf Glas, die mindestens seit dem Jahre 1800 in England bestand. (Den genauen Zeitpunkt ihrer gesetzlichen Einführung habe ich nicht feststellen können; doch wurde schon im Jahre 1800 darüber geklagt, daß die „Glasakzise" in Verbindung mit den sie umgebenden Kontrollmaßregeln gegen Hinterziehung den Aufschwung der britischen Glasindustrie hemme. *William Smart*, Economic annals of the nineteenth century, 1801—1820, Macmillan 1910, S. 21.) Beseitigt wurde sie mit mehr als tausend anderen Zöllen und „Akzisen" bei der großen Finanzreform unter Sir *Robert Peel* anläßlich der Aufhebung der Getreidezölle und des Überganges zu gemäßigtem Freihandel in den vierziger Jahren (1846). Diese Steuer wie andere ähnliche auf Kohle, Ziegel, Bausteine, Leder, Seife, Papier, Zeitungen, Lichte u. a. m. hatten nur sehr wenig eingebracht, aber teils durch die damit verbundenen umständlichen Kontrollmaßnahmen, teils durch Verteuerung der Produktion die Entwicklung der Industrie gehemmt (*Ad. Wagner*, Finanzwissenschaft, 3. Band, 1889, Seite 278/79). Hinsichtlich des nachteiligen Einflusses der Glasakzise auf die Herstellung optischen Glases im besonderen berichtet *Norman Lockyer*, Die Beobachtung der Sterne einst und jetzt, übers. von *G. Siebert*, bei Vieweg 1880, Seite 333: „Der alte Ruf, dessen sich die zur Zeit von *Dolland* und *Tubley* in England hergestellten Linsen erfreuten, war infolge der auf Glas lastenden Abgaben, welche Experimente in der Glasfabrikation unmöglich machten, verloren gegangen." Und in einer Anmerkung am Fuße der Seite fügt er hinzu: „Es ist nicht zuviel gesagt, daß die Abgaben auf Glas die optische Kunst in England schwer geschädigt haben. Wir waren lange Jahre genötigt, das für Fernrohre erforderliche Glas aus Frankreich oder Deutschland zu beziehen; die größten Objektivlinsen in Greenwich, Oxford und Cambridge stammen sämtlich aus dem Auslande." Es ist zu beachten, daß hier wie so oft im sozialen Leben mit wegfallender Ursache nicht auch die Wirkung sofort schwand, wenn diese erkenntniskritisch ungenaue, aber die Sache gut kennzeichnende Ausdrucksweise gestattet ist. Denn zur Zeit als *Lockyer* die angeführten Sätze schrieb, war die die englische Glasindustrie hemmende Verbrauchsabgabe schon seit Jahrzehnten beseitigt; aber sie hatte die Herstellung optischen Glases auf die Dauer geschwächt.

Ganz Ähnliches, nur in ungeheuer viel größerem Umfang, droht neuestens bei uns, seitdem der Spiritus zu wissenschaftlichen, technischen und pharmazeutischen Zwecken nicht mehr in nennenswertem Ausmaß von der Monopolbelastung des Trinkbranntweins freigelassen wird, wie es bis vor kurzem der Fall war. Die Gefahr ist viel größer als seinerzeit in England, weil bekanntlich Alkohol so gut wie zu allen biologischen, medizinischen und ähnlichen Untersuchungen verwendet werden muß. Es kommt hinzu, daß ohnehin die unseren Forschungsinstituten zur Verfügung stehenden Mittel in den meisten Fällen völlig unzureichend sind. Selbst wenn in einzelnen Fällen Mißbräuche vorgekommen sein sollten: der volkswirtschaftliche Schade, der durch Erschwerung der Forschung aus der Verteuerung des Alkohols erwachsen kann, wird viel tausendmal größer sein als der finanzielle Ausfall, der der Staatskasse hier droht, so daß auf die Dauer auch die Staatsfinanzen bei der Freilassung des zu diesen Zwecken dienenden Spiritus viel besser fahren würden. Was das Schlimmste ist: nachdem der Schade einmal eingetreten ist, läßt er sich durch Aufhebung der hier bekämpften Maßregel nicht beseitigen; es ist möglich, daß die Wirkung noch jahrzehntelang andauert. Hierauf möchte ich hingewiesen haben. Die Leiter unserer Forschungsinstitute sollten alles daran setzen, damit eine derartige Maßregel baldigst beseitigt werde, bevor sie schon stärkeren Schaden angerichtet hat, weil es dann, wie die Erfahrung lehrt, zum größten Teil schon zu spät ist.

Göttingen, den 5. Februar 1923.

Joseph Bergfried Eßlen.

* * *

Herr *Eßlen* wünscht bei biologischen, medizinischen und ähnlichen Untersuchungen eine Schädigung durch die Monopolbelastung des Alkohols zu vermeiden, und ich glaube, daß man sich seinem Wunsche anschließen muß, wenn diese Steuerbelastung zu hoch ist.

Zum Vergleich macht er auf eine entsprechende Hemmung aufmerksam, die in England durch die alte „Glasakzise" mindestens von 1800 bis 1846 ausgeübt worden sei. Ihren schädlichen Einfluß auf die Glaserzeugung belegt er durch eine mir augenblicklich unzugängliche gleichzeitige Quelle sowie durch Schriften von *Ad. Wagner* (1889) und *N. Lockyer - G. Siebert* (1877—1880) und macht mir den Vorwurf, der Tatbestand der Steuer sei mir seltsamerweise unbekannt geblieben.

Dieser Vorwurf ist — mit Verlaub — nicht zutreffend, denn ich habe 1916 (D. O. W. *1*, 404, r. 3. Abschnitt) darauf hingewiesen, daß seit 1824 die Arbeiten des englischen Glasausschusses von der Regierung durch Steuererlaß, bare Zuschüsse und Stellung einer Hilfskraft unterstützt worden seien. Leider war das Ergebnis nicht sehr lohnend, und man gab die Arbeit auf. Immerhin aber hat der in der Geschichte des optischen Glases wohl bekannte *W. V. Harcourt* 1836 zu Versuchen mit der Glasherstellung eine merkliche Unterstützung von der englischen Naturforscherversammlung erhalten, so daß auch hiernach in der Zeit währender Glasakzise der Forschungstrieb in England nicht vollständig erstickt worden ist.

Was nun die Nachwirkung der Glasakzise angeht, so erlaube ich mir eine aus dem Frühjahr von 1849 stammende Aussage eines Fachmannes in der Glasbearbeitung in wörtlicher Übersetzung anzuführen.

„*Simms*, Über die Erzeugung optischen Glases in England. Month. Not. 1849, *9*, 147/8 (13. IV.).

„Es ist wohl bekannt, daß die Schwierigkeit, die bisher mit der Herstellung achromatischer Fernrohre von großer Öffnung in unserm Lande verbunden war, von dem schlechten Zustande unserer Flintglaserzeugung herstammt; und sie blieb ungeachtet der Anstrengungen, die man von Zeit zu Zeit zu ihrer Verbesserung machte, so mangelhaft in

allen zur Herstellung eines guten Fernrohres notwendigen Eigenschaften, daß ich nach meiner Erinnerung nur zweimal von Erfolg gekrönt war in meinen Bemühungen, damit tadellose Objektive von nur 8,9 cm (3½ in.) Öffnung auszuführen.

„Wir haben daher unser Flintglas vom Festlande bezogen, und obwohl man sehr klare Scheiben zwischen 10 und 23 cm (4 und 9 in.) Durchmesser erhielt, so machte doch die erste Auslage für die Scheiben von dem ausländischen Erzeuger und die darauffolgende Gefahr, daß sich nach dem Aufwande vieler Arbeit doch kein vollkommener Erfolg einstelle, einen so hohen Preis für das fertige Stück notwendig (um die Arbeit überhaupt lohnend zu machen), daß einerseits die Optiker abgeschreckt wurden, sich mit so kostspieligen und gewagten (meistenteils auch verlustbringenden) Aufgaben abzugeben und daß anderseits die Astronomen trotz glühendem Eifer für die Wissenschaft bisher gehindert wurden, ihr mit Vorteil zu dienen.

„Die Mitglieder dieser Gesellschaft und die Liebhaber der Himmelsforschung in unserem Lande im allgemeinen wird die Kunde erfreuen, daß dieser Zustand nicht länger besteht. Nach vieler Arbeit und sicherlich bedeutenden Kosten hat das Haus von *Chance and Co.* in *Birmingham*, unterstützt von einem ausländischen Fachmann, erfolgreich Flintglas für optische Zwecke hergestellt, das, soweit ich nach meinen Versuchen urteilen kann, durchaus nicht dem allerbesten nachsteht, das früher von dem älteren *Guinand* hergestellt wurde. Neben einzelnen Stücken von kleinen Ausmaßen habe ich aus diesem Rohstoff zusammen mit dem seit langem ausgezeichneten Kronglas dieses Hauses ein Objektiv von 15,2 cm (6 in.) Durchmesser angefertigt und habe dabei wohl so wenig Mühe gehabt, wie es eine Arbeit dieser Art überhaupt zuläßt. Ich bin bei dem Versuch mit einem Glas von einer viel größeren als der oben genannten Öffnung, und das Ergebnis dieser Probe, an deren erfolgreichem Ausgang ich nicht zweifle, soll zu rechter Zeit der Gesellschaft mitgeteilt werden."

Danach hat ein Fachmann drei Jahre nach Aufhebung der Glasakzise eine Schädigung durch diese gar nicht erwähnt. Auch *Abbe* hat 1879, gestützt auf seine Erfahrungen seit dem Ende der sechziger Jahre, die Abwesenheit wirklicher Fortschritte in der Glaserzeugung des Auslandes nicht mit der Nachwirkung einer vor einem Menschenalter aufgehobenen Steuer, sondern mit der Ausschaltung jeglichen Wettstreits erklärt. Meine Leser werden es verstehen, wenn ich — bei aller Freude über eine tatsächliche Berichtigung meiner Irrtümer — die hemmende Wirkung der Glasakzise weniger hoch anschlage als die der besonderen Schwierigkeiten bei der Glaserzeugung.

Jena, den 16. Februar 1923. *M. v. Rohr.*

Physikalische Mitteilungen.

Über einen Zusammenhang zwischen den Spektren des ionisierten Kaliums und des Argons. (*P. Zeeman* u. *H. W. Dik*, Konink. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam Band 25, S. 67, 1922.) Der Zusammenhang, der nach der Bohrschen Atomtheorie besteht zwischen dem Bogenspektrum eines Elementes, d. h. dem Spektrum, das vom neutralen Atom emittiert wird, und dem Funkenspektrum des im periodischen System folgenden Elementes, wobei unter Funkenspektrum das vom einfach ionisierten Atom emittierte Spektrum zu verstehen ist, wird von *Sommerfeld* und *Kossel* als spektroskopischer Verschiebungssatz bezeichnet, der aussagt, daß das Funkenspektrum eines Elementes seiner Struktur nach gleich ist dem Bogenspektrum des im periodischen System vorangehenden Elementes. Diese Beziehung, die ihren präzisesten Ausdruck in der vollständigen Wasserstoffähnlichkeit des Helium-Funkenspektrums findet, ließ sich bei Elementen höherer Atomnummern, besonders gut bei den Funkenspektren der Erdalkalien prüfen, die den Bogenspektren der Alkalimetalle vollkommen analog sind und wie diese typische Dubletts zeigen. Nach dem Verschiebungssatz müßten die Funkenspektren der Alkalimetalle den Bogenspektren der Edelgase ähnlich sein. Hier ließ sich diese Gesetzmäßigkeit bisher nur ganz roh qualitativ insofern nachweisen, als die Funkenspektren der Alkalimetalle, die Goldsteinschen Grundspektren, wie auch die Bogenspektren der Edelgase (vom Helium abgesehen) beide sehr komplizierte, aus sehr vielen Linien bestehende Spektren sind. Eine Einordnung in Serien ist bisher nur beim Spektrum des Neon gelungen, eine erstaunliche Leistung, die wir *Paschen* verdanken.

Die zu besprechende Arbeit von *Zeeman* und *Dik* stellt nun den ersten Ansatz zu einer schärferen quantitativen Formulierung des Zusammenhanges zwischen Funkenspektren der Alkalien und Bogenspektren der Edelgase dar, der nun merkwürdigerweise nicht, wie man bei der genauen Kenntnis des Neonspektrums erwarten sollte, zwischen den Spektren von Neon und Na^+, sondern zwischen denen von Argon und ionisiertem Kalium gefunden wird. Unsere Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten im Bogenspektrum des Argon ist relativ gering und beschränkt sich auf die von *Rydberg* zuerst gefundenen und von *Paulson* vermehrten Linien mit konstanten Frequenzdifferenzen. Diese haben bei Argon folgenden Charakter. Sei A die Frequenz (Wellenzahl in cm^{-1}) einer Linie des Spektrums, so lassen sich zu dieser Linie häufig 3 andere finden, deren Frequenzen B, C und D gegeben sind durch die Beziehung:

$$B = A + 846{,}1$$
$$C = A + 1649{,}3$$
$$D = A + 2256{,}1$$

Es bestehen also nicht nur zwischen A einerseits, B, C und D andererseits, sondern auch zwischen B und C, wie auch zwischen C und D, konstante Frequenzdifferenzen, die sich im ganzen Spektrum wiederholen, und von den Verff. in Tabellen wiedergegeben werden.

Das Funkenspektrum des Kaliums ist nun neuerdings von verschiedenen Seiten, auch von *Dik*, neu vermessen worden, und die Verff. finden nun auch in diesem Gesetzmäßigkeiten von ganz ähnlicher Art wie beim Bogenspektrum des Argon. Es treten auch hier wieder Linien mit konstanten Frequenzdifferenzen auf, und zwar gibt es zu einer Linie, deren Frequenz P sei, im allgemeinen wieder 3 andere Linien mit den Frequenzen Q, R und S, derart, daß

$$Q = P + 847$$
$$R = P + 1695$$
$$S = P + 2542$$

ist. Da nahezu $1695 = 2 \times 847$ und $2542 = 3 \times 847$ ist, so sind hier auch die Differenzen zwischen Q und R und zwischen R und S dieselben wie zwischen P und Q. Auch diese Gesetzmäßigkeit ist tabellarisch wiedergegeben und zieht sich durch das ganze Funkenspektrum. Dabei ist besonders bemerkenswert, daß die Differenz 847 wieder nahezu übereinstimmt mit der Differenz $B - A = 846{,}1$ im Argonspektrum. Diese Tatsache gewinnt

noch an Interesse, wenn wir uns nun einer Arbeit von *A. Pannekoek* (Bull. of the Astron. Inst. of the Nederlands Nr. 21, S. 127, 1922) zuwenden, der im Spektrum der Sonnenkorona Linien mit ähnlichen konstanten Frequenzdifferenzen findet, und zwar 2 Gruppen von Linien, wobei im Mittel (die Messungen haben nicht die Genauigkeit wie bei irdischen Spektren) in der ersten Gruppe die konstante Differenz wieder 847, in der zweiten Gruppe 890 ist. *Pannekoek* stellt nun die Behauptung auf, daß diese Linien zum Spektrum des doppelt ionisierten Calciumatoms gehören, eine Annahme, die vom astrophysikalischen Standpunkte aus unter Zugrundelegung der Theorie von *Saha* durchaus gerechtfertigt erscheint und auch durch von *Pannekoek* selbst angestellte Überlegungen über die Ionisation der Sonnenatmosphäre gestützt wird. Vom rein physikalischen Standpunkte muß man aus dem Auftreten derselben Frequenzdifferenz 847 bei den Spektren von Argon und K^+ annehmen, daß die Frequenzdifferenz von der Atomnummer oder Kernladungszahl unabhängig und nur durch die ähnliche Anordnung der 8 Elektronen des sogen. *M*-Ringes bestimmt ist. Da nun das doppelt ionisierte Calciumatom, das seine beiden zum *N*-Ring gehörigen Elektronen verloren hat, in seiner äußeren Konfiguration durchaus argonähnlich ist, so sind in sinngemäßer Erweiterung des Sommerfeld-Kosselschen Verschiebungssatzes bei seinem Spektrum ähnliche Gesetzmäßigkeiten wie beim Argon zu erwarten. Wenn die Hypothese von *Pannekoek* richtig ist, so stellt dies den ersten Fall dar, in dem Linien eines doppelt ionisierten Atoms identifiziert worden sind.

Fragen wir schließlich nach der atomtheoretischen Bedeutung der in den genannten Spektren gefundenen Gesetzmäßigkeiten, so läßt sich nur soviel sagen, daß die konstanten Frequenzdifferenzen selbstverständlich Energiedifferenzen zwischen Quantenzuständen entsprechen. Um welche Quantenzustände es sich nun aber handelt, läßt sich zurzeit nicht sagen, dazu müssen die Spektren noch weiter entwirrt und die Linien in Serien eingeordnet werden, was, wie die Erfahrung beim Neon zeigt, sicher möglich sein wird.

W. Grotrian.

Die Struktur des LiH. (*Bijvoet* und *Karssen*, Proc. Amst. 25, 27, 1922.) Mit Hilfe der bekannten Pulvermethode von *Debye* und *Scherrer* wird die Kristallstruktur von LiH untersucht. Besondere Schwierigkeiten bereitet der Umstand, daß das Präparat während der Aufnahme, die mit der K_α-Linie des Cr erfolgt, 15 bis 20 % seines Gewichtes verliert. Es werden Proben verschiedenen H-Gehalts aufgenommen: die Stellung der LiH-Linien erwies sich unabhängig von Verlust an H-Gehalt.

Aus der Übereinstimmung der Werte von

$$\frac{\sin^2 \frac{\vartheta}{2}}{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2}$$

für die verschiedenen Linien folgt, daß LiH dieselbe Struktur besitzt wie NaCl. Kantenlänge des Elementarwürfels: $a = 4{,}10$ Å. Daraus folgt für die Dichte $0{,}76 \pm 0{,}01$.

Es wurde untersucht, ob die Intensität der Linien auf die Elektronenanordnung schließen läßt, und zwar unter der Annahme, daß es sich um Steinsalz oder um Zinkblendetyp handle.

Unter Berücksichtigung des Strukturfaktors wurden folgende Möglichkeiten geprüft:

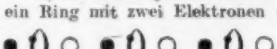
1. Das Valenzelektron verbleibt bei seinem Mutterkern;

2. Li hat sein Valenzelektron an das H-Atom abgegeben;

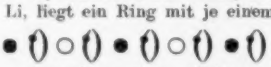
3. Die Bindung zwischen Li und H erfolgt durch Elektronenringe, deren Bahnen kreisförmig sind, und deren Ebene senkrecht steht auf der Würfeldiagonale.

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

A) Zwischen jedem Paar Li- und H-Kernen liegt ein Ring mit zwei Elektronen (Molekulargitter):


(→ Würfeldiagonale).

B) Zwischen Li und H, aber auch zwischen H und Li, liegt ein Ring mit je einem Elektron:


(→ Würfeldiagonale)

Dem Umlauf der Elektronen um den Kern wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

1. Die Elektronen befinden sich in so großer Kernnähe, daß sie praktisch mit ihm zusammenfallen (Punktgitter).

2. Die Elektronen bewegen sich auf Kugelschalen vom Radius ϱ (Kugelatome).

3. Die Elektronen bewegen sich auf Kreisbahnen vom Radius ϱ, deren Ebenen senkrecht auf der Würfeldiagonale stehen.

Nach *Debye* kommen die von den einzelnen Elektronen gestreuten Strahlen zur Interferenz; aus der resultierenden Intensität kann auf die Elektronenkonfiguration geschlossen werden. Die Wärmebewegung wurde nicht berücksichtigt.

Die beste Übereinstimmung mit den beobachteten Linienintensitäten erhält man unter Annahme folgenden Atommodells: Li^- wie H^+ sind ionisiert. Je zwei Elektronen umkreisen auf denselben Kreisbahn den Kern, die Bahnebene steht senkrecht auf der Würfeldiagonale. Der Bahnradius mißt für Li 0,05 *a*, für H 0,6 *a*.

Von Seiten des Referenten sei bemerkt:

Die vorstehend besprochene Arbeit ist wohl die erste, die den Versuch macht, aus der Intensität von Röntgeninterferenzen auf die Stellung des Wasserstoffs im Kristallverband, und sogar noch darüber hinaus auf das Atommodell des Wasserstoffs zu schließen.

Hinsichtlich des Versuchs, das Wasserstoffmodell zu erschließen, muß aber bemerkt werden, daß, falls der Radius der Elektronenbahn hier wirklich 0,6 *a* wäre, die Elektronenbahnen, die zu benachbarten Kernen gehören, stark übereinander greifen. Es müßte in diesem Falle die Wechselwirkung benachbarter Elektronenbahnen auf den resultierenden Interferenzeffekt berücksichtigt werden. Die Interferenzwirkung innerhalb des Atomverbandes allein zu berücksichtigen, ist nur zulässig, solange der Atomdurchmesser klein ist gegen den Abstand vom Nachbaratom. Es läßt nichts darauf schließen, daß dieser Umstand von den Autoren berücksichtigt wurde.

Die Beugung von Röntgenstrahlen in Flüssigkeiten. (*W. H. Keesom* und *J. de Smedt*, Proc. Amst. 25, 118, 1922.) Die Untersuchung von Substanzen mit Hilfe der Röntgenstrahlen in flüssigem oder festem Zustande bei niedrigen Temperaturen ist deshalb von Interesse, weil die meisten dieser Substanzen eine einfache chemische Struktur besitzen; im Gaszustande sind ihrer einige ein- oder zweiatomig. In den meisten Fällen bestehen ihre Moleküle aus Atomen mit nur wenigen Elektronen.

Als Camera diente eine gewöhnliche, aber evakuierte Debye-Scherrer-Camera. Als Träger der Substanz diente ein Röhrchen aus Aluminiumblech von 0,015 mm Dicke und 3 mm Durchmesser oder ein Glas-

röhrchen von 0,0025 bis 0,01 mm Wandstärke und 2 mm Durchmesser. Beide bildeten das untere Ende eines größeren Gefäßes, das die Flüssigkeit aufnahm. Bei tiefen Temperaturen war dieses ein Dewargefäß.

Nachstehende Tafel zeigt die Ergebnisse. Es bedeuten:

φ Winkel zwischen einfallendem und gebeugtem Strahl,
a Abstand interferierender Partikel,
M Molekulargewicht,
d Dichte.

Substanz	φ in °	a in Å	$1{,}33\sqrt[3]{\frac{M}{d}}$
Sauerstoff	27	4,0	4,0
Argon	27	4,0	4,1
Benzol	18	6,05	5,9
Wasser	29	3,75	3,6
Äthylalkohol	22	4,9	5,2
Äthyläther	19	5,7	6,2
Ameisensäure	24	4,5	4,5

Diese Substanzen zeigen alle einen deutlichen Beugungsring. Wasser, Sauerstoff und Argon zeigen noch einen schwächeren, größeren, mit $\varphi = 46°$, 46° und 49°.

Der Abstand a interferierender Partikel stimmt mit dem Abstand benachbarter Moleküle überein, wenn wir uns diese als Mittelpunkte dichtest gepackter Kugeln denken. Diesen Abstand zeigt die letzte Spalte der Tafel. Die kleinen Unterschiede werden Abweichungen von der Kugelgestalt zugeschrieben.

Für Benzol wurde ebenfalls Übereinstimmung zwischen a und dem Abstande benachbarter Molekülzentren erwiesen, wenn man sich diese als dichtest gepackte Kugeln vorstellt. Diese Auffassung steht im Gegensatz zu *Debye* und *Scherrer*, die ihre Interferenzen an Benzol den Atomen im Molekülverbande zuschreiben.

Die Verfasser nehmen an, daß auch die Flüssigkeitsmoleküle in Gruppen mehr oder minder regelmäßig angeordnet seien. Das kann geschehen unter dem Einfluß derselben Kräfte, die unterhalb des Schmelzpunktes die kristalline Struktur bedingen. Auf diese Weise werden z. B. die beiden Ringe des Argon erklärt. Die Argonatome bilden gruppenweise ein kubisch raumzentriertes Gitter. Die beobachteten Ringe entsprächen dann Reflexionen an den Ebenen (110) und (211); die Würfelkante betrüge 4,65 Å, der Abstand zweier benachbarter Atomzentren wäre gleich 4,0 Å wie in der Tafel*).

Die Arbeit ist deshalb besonders wertvoll, weil die Autoren besonders untersuchten, inwieweit sich a ändert, wenn die Durchmesser der Elektronen-Kugelschalen vergleichbar werden mit dem Abstand der Zentren. Kommen die Moleküle einander so nahe, daß sie sich berühren, so wird a um 10 % kleiner.

Zur Erklärung für den äußeren, schwächeren Beugungsring wird bei Wasser angenommen, daß eine relativ große Zahl von Molekülpaaren mit unternormalem Abstand vorkommt; bei Sauerstoff und Argon ist er solchen Molekülpaaren zuzuschreiben, deren Moleküle einander berühren. Die Zahl solcher Paare mit unternormalem Abstande ist aber beim Sauerstoff und Argon geringer als beim Wasser. *H. Küstner.*

*) Nach Ansicht des Ref. liegt hier ein Widerspruch vor. Denn nach der Tafel mißt der Abstand a zweier interferierender Partikel 4 Å. Das ist aber der Abstand längs (111) und nicht (110). Andererseits folgt tatsächlich, wenn man das Braggsche Reflexionsgesetz $n\lambda = 2d \sin \alpha$ in erster Ordnung ($n = 1$) heranzieht, für die Ebenen (110) der Winkel $\varphi = 2\alpha = 27°$.

Astronomische Mitteilungen.

Offene Sternhaufen bildeten den Gegenstand eines Referates (Naturw. 1923, Heft 1), an dessen Schluß ich die Hoffnung aussprach, daß uns bald eine erweiterte Untersuchung über dieses bisher nur wenig beachtete Gebiet geschenkt werden möge. Bis zu einem gewissen Grade, leider aber noch nicht erschöpfend, erfüllt eine inzwischen erschienene Publikation des Lunder Observatoriums diese Hoffnung: *Sigfrid Raab, A research on open clusters* (Meddl. Lund II 28). In der Methode eigenartig und interessant wie alles, was aus *Charliers* Schule kommt, ist die Arbeit in ihren Ergebnissen zum mindesten problematisch und wird sicherlich noch Anlaß zur Diskussion geben. Die Hauptpunkte mögen im Folgenden kurz beleuchtet werden:

1. *Bestimmung der Durchmesser.* Sie wird bei den Haufen von einiger Ausdehnung (Durchmesser größer als etwa 10′) auf Abzählung der Sterne gegründet. Als Material werden dabei durchwegs die Franklin-Adams-Karten benutzt, als Instrument eine Lupe mit quadratischer Feldeinteilung. Die Methode wird am besten an folgendem Beispiel klar.

A

			5	6	4			
			5	9	7			
			6	10	10			
8	5	15	16	25	19	9	4	6
7	7	14	30	60	30	13	9	7
5	6	7	17	26	17	11	8	7
			6	13	8			
			5	6	10			
			3	3	2			

B

				$+y$					
				1					
				4					
				5					
				20					
$+x$	2	2	9	25	55	25	8	4	2
				21					
				8					
				2					
				0					

Die direkte Abzählung der in den einzelnen Feldern (von etwa 5′,6 Seitenlänge) vorhandenen Sterne liefert für Messier 37 das unter A wiedergegebene Schema. Aus den Zahlen in den äußersten Feldern findet man die mittlere Anzahl der „Hintergrundsterne" zu 5,0. Nach deren Abzug verbleiben in den aufeinander senkrechten Felderreihen durch den Mittelpunkt des Haufens die Zahlen unter B übrig, welche der Berechnung der „Dispersion" σ zugrunde gelegt werden. Diese sta-

tistische Größe ist z. B. für die x-Richtung definiert durch:

$$\sigma_x^2 = \frac{[x^2 F]}{[F]} - \left(\frac{[x F]}{[F]}\right)^2$$

Darin ist x die Nummer des Feldes, F die Anzahl der Sterne in ihm und die eckigen Klammern sind die bekannten Summationszeichen. Der Durchmesser eines Haufens in einer bestimmten Richtung ist dann nach einer früheren Bemerkung *Charliers* gleich der 5- bis 6fachen Dispersion. In unserem Falle gibt das Schema B:

$$\sigma_x = 7',50 \qquad \sigma_y = 6',66$$
$$\text{oder } d_x = 37',50 - 45',00 \qquad d_y = 33',30 - 40'00$$

Im Mittel $d = 35' - 43'$ unter Andeutung einer kleinen Asymmetrie.

Es interessiert hier natürlich der Vergleich mit den Ergebnissen *Trümplers*. Ich stelle die den beiden Arbeiten gemeinsamen Haufen zusammen.

	Trümpler	*Raab*	*T/R*
Praesepe	6°	2°,35	2,5
NGC 752	4,2	1,0	4,2
NGC 6633	2,2	0,6	3,7
Melotte 210	3,2	1,3	2,5
h Persei	0,8	0,8	1,0

Wie man sieht, sind *Trümplers* Durchmesser bis um das Vierfache größer als die *Raabs*. Der ganzen Anlage nach scheinen mir *Trümplers* Werte das größere Vertrauen zu verdienen. Ich bemerke z. B., daß ich für Messier 35 nach *Trümplers* Methode auch etwa einen doppelt so großen Durchmesser erhielt als *Raab* ihn angibt.

2. *Die Entfernung der offenen Haufen* spielt die weitaus größte Rolle in der vorliegenden Arbeit. Die Methode ist in kurzen Zügen die folgende. Sie gründet sich vor allem auf die in den Haufen vorkommenden B- und A-Sterne, deren absolute Helligkeiten als im Mittel überall dieselben und mit hinreichender Genauigkeit bekannt angenommen werden. Für die B-Sterne entscheidet sich *Raab* für den Wert $M_0 = -2{,}02$ (in 1 Siriometer Entfernung), während er für die A-Sterne $M_0 = -0{,}2$ annimmt. Kennt man noch die mittlere scheinbare Helligkeit dieser Sterne in einem gegebenen Haufen, dann kann die Entfernung ohne weiteres abgeleitet werden. Da der Henry-Draper-Katalog nur in einer geringen Anzahl von Fällen herangezogen werden kann, so betrachtet *Raab* — in ziemlich anfechtbarer Weise — einfach 80 % aller Haufensterne heller als 9,5 als A-Sterne, ebenso 65 % der Sterne zwischen 9,5 und 10,5 und 52 % der Sterne zwischen 10,5 und 11,5. Aus den Anzahlen und den scheinbaren Helligkeiten werden die mittleren Helligkeiten nach einer bekannten Formel von *Kapteyn* abgeleitet. Im ganzen stecken in den Voraussetzungen sowohl wie in der Anwendung der Methode so viele Unsicherheiten, daß es mir zweifelhaft erscheinen will, ob der sicherlich große Aufwand an Arbeit und Sorgfalt der Zuverlässigkeit der Ergebnisse entspricht. Der Vergleich mit den Arbeiten anderer Astronomen führt auch hier zu ungelösten Widersprüchen. Auf der einen Seite steht *Schouten*, der nach einer im Prinzip gleichen Methode etwa 3- bis 4fach kleinere Entfernungen findet, auf der anderen *Shapley*, dessen Distanzen im Mittel 2- bis 4mal größer sind. Analog wie bei den Kugelhaufen schwanken also auch hier die Entfernungen zwischen zwei Extremwerten, die sich um eine Zehnerpotenz voneinander unterscheiden.

3. *Raab* findet folgende Zusammenhänge zwischen den Durchmessern der Haufen und einigen anderen Eigenschaften. Es ist der Korrelationsfaktor zwischen scheinbarem Durchmesser und

a) mittlerer Helligkeit der hellsten Sterne überhaupt: $-0{,}57 \pm 0{,}09$,

b) mittlerer Helligkeit der hellsten A-Sterne: $-0{,}49 \pm 0{,}11$,

c) Entfernung: $-0{,}69 \pm 0{,}10$.

4. Eine wertvolle Beigabe stellen 26 Tafeln dar, auf denen die meisten der bearbeiteten Haufen nach den Franklin-Adams-Karten reproduziert sind. Wenn auch für weitere Abzählungszwecke nicht geeignet, da durch die Reproduktion natürlich einiges verloren ging, so geben die Bilder doch ein gutes Anschauungsmaterial und lassen erkennen, welch verschiedenartige Objekte unter den offenen Haufen sich vorfinden.

H. Kienle.

Die diffusen Milchstraßennebel. Die Ergebnisse einer größeren Untersuchung von *E. Hubble* über diese Nebel[a]) sind physikalisch von ganz besonderem Interesse. Neben Vorschlägen über eine einfache Klassifikation der kosmischen Nebel und neben einer Darstellung der Verteilung der galaktischen Nebel in bezug auf die Symmetrieebene der Milchstraße enthält die Arbeit vor allem eine vergleichende Untersuchung der Spektren der diffusen Nebel und der in den Nebeln eingelagerten Sterne. Von den bis jetzt in bezug auf ihr Spektrum untersuchten diffusen Milchstraßennebeln besitzen 33 ein kontinuierliches Spektrum, gelegentlich mit einzelnen hellen oder dunkeln Linien, 29 ein Emissionsspektrum (vor allem Nebulium und Wasserstoff). Das Emissionsspektrum ist also keineswegs, wie man früher annahm, bei den diffusen Nebeln vorherrschend.

Die Sterne innerhalb der Nebelmaterie zeigen eine deutliche Abhängigkeit vom Spektralcharakter des Nebels. Sterne in Nebeln von kontinuierlichem Spektrum zählen durchweg zu einer späteren Spektralklasse (B 1 und später) als die Sterne, die in Nebeln mit Emissionsspektren sich befinden (Spektralklasse Oe 5 bis B 0). Auch zeigen die Sternspektren der ersten Gruppe weitgehende Übereinstimmung mit dem kontinuierlichen Nebelspektrum, während bei den Sternen in Nebeln mit Emissionsspektrum eine solche Übereinstimmung nicht vorhanden ist. Eine Ausdehnung der Untersuchung auf die *planetarischen* Nebel, die ebenfalls der Milchstraße angehören, zeigt auch hier einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Art des Nebels und dem Spektraltypus des vom Nebel eingehüllten Zentralsterns. Die Zentralsterne kleiner planetarischer Nebel sind Wolf-Rayet-Sterne, diejenigen großer planetarischer Nebel stehen zwischen Wolf-Rayet-Typus und Oe 5.

Aus diesen Beobachtungstatsachen geht zweifellos hervor, daß alle galaktischen Nebel mit Sternen räumlich verbunden sind, und daß die Spektra der Nebel und der Sterne in ursächlichem Zusammenhang miteinander stehen. Nur bei den diffusen Nebeln mit kontinuierlichem Spektrum wird man annehmen können, daß deren Licht reflektiertes Licht der Sterne ist. Die Nebel mit Emissionsspektrum dagegen müssen durch die bei ihnen stehenden Sterne zum Selbstleuchten angeregt werden. Eine solche Emissionsanregung kann offenbar nur durch Sterne von besonders hoher Temperatur erfolgen. Während jedoch die Zentralsterne der planetarischen Nebel dauernde Bestandteile der letzteren sind, hat es den Anschein, daß die Sterne in den diffusen Nebeln diesen nur vorübergehend angehören.

A. Kopff.

a) Astrophys. Journal Vol. 56, S. 162, 1922, sowie Mount Wilson Contributions Nr. 241.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: *Dr.-Ing. e. h. Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.